

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

DIPLOMSKI RAD

Ivan Jurković

Zagreb, 2010

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

DIPLOMSKI RAD

Voditelj rada:
prof. dr. sc. Igor Balen

Ivan Jurković

Zagreb, 2010

Izjava

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija te stručnu literaturu i raspoloživu opremu.

Zahvala

Želio bih se zahvaliti mentoru prof. Igoru Balenu na ustupljenom programu IntegraCAD i stručnom vođenju kroz rad. Zahvalu dugujem i kolegama sa fakulteta, koji su mi pomogli svojim komentarima i savjetima vezanim za rad, kao i profesorima sa smjera.

Također, zahvalio bih se ocu koji mi je omogućio arhitektonske podloge za rad, kao i cijeloj obitelji koja mi je pružila podršku u izradi rada, te omogućila završavanje fakulteta.

Sažetak

Unutar diplomskog rada analizirana su dva idejna rješenja grijanja i hlađenja stambenog objekta u Supetru, na području otoka Brača. Zgrada se sastoji od šest stanova raspoređenih na prizemlje i dva kata, a svaki stan ima i spremište u podrumu. Svaki pojedini stan se sastoji od dnevne sobe sa kuhinjom, hodnika, kupaonice, dvije spavaće sobe i dvije terase.

Prvo rješenje predviđa kondenzacijski kotao kao izvor topline za podno i zidno grijanje. Tokom ljetnog perioda predviđena je uporaba rashladnih jedinica u izvedbi split sustava, za svaki stan. Drugo rješenje predviđa dizalicu topline koja se koristi i za zagrijavanje i za hlađenje prostorija preko zidnih i podnih ploha. Zagrijavanje potrošne tople vode je u obadva sustava jednako izvedeno, preko solarnih kolektora smještenih na krovu. Manjak topline se nadomješta preko opcije zagrijavanja potrošne tople vode sa pripadajućim ogrijevnim tijelom.

Provedena je cjelokupna energetska i ekonomska analiza dvaju sustava. Toplinsko opterećenje i godišnja potrošnje energije izračunata je korištenjem normi HRN EN 12831, 13790 i smjernice VDI 2078, a rezultati su prikazani unutar rada. Ekonomska analiza sustava obuhvaća usporedbu razlike investicijskih i pogonskih troškova dvaju sustava. U prilogu se nalaze sheme i crteži kojima je predviđen raspored i spajanje opreme na razini idejnih projekata dvaju sustava.

Sadržaj

1. UVOD	12
2. TEORIJSKE OSNOVE	13
2.1 TOPLINSKA UGODNOST	13
2.2 UNUTARNJA I VANJSKA PROJEKTNJA TEMPERATURA	15
2.3 SOLARNO ZAGRIJAVANJE POTROŠNE TOPLE VODE	16
2.4 DIZALICE TOPLINE	20
3. TERMODINAMIČKE OSNOVE	22
3.1 PROVOĐENJE TOPLINE (KONDUKCIJA)	22
3.2 KONVEKCIJA	24
3.3 ZRAČENJE	24
3.4 KOEFICIJENT PROLAZA TOPLINE	25
4. PRORAČUN SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA	28
4.1 OPIS ZGRADE	28
4.2 IZRAČUNAVANJE KOEFICIJENTA PROLAZA TOPLINE	30
4.3 PROJEKTNI TOPLINSKI GUBICI OBJEKTA PREMA HRN EN 12831	31
4.4 PROJEKTNO TOPLINSKO OPTEREĆENJE OBJEKTA PREMA VDI 2078	33
4.5 POTREBNA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE PREMA NORMI HRN EN ISO 13790	36
4.5.1 Potrebna godišnja energija za grijanje	37
4.5.2 Potrebna godišnja energija za hlađenje	41
4.6 PRORAČUN SOLARNOG ZAGRIJAVANJA POTROŠNE TOPLE VODE	44
4.7 ODABIR OGRIJEVNIH I RASHLADNIH UREĐAJA	52
4.7.1 Odabir kondenzacijskog kotla	52
4.7.2 Odabir rashladnih jedinica	54
4.7.3 Odabir dizalice topline	55
4.8 IZVEDBA PODNOG I ZIDNOG GRIJANJA/HLAĐENJA	57

5. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA.....	59
5.1 IZVEDBA SA KONDENZACIJSKIM KOTLOM	59
5.2 IZVEDBA SA DIZALICOM TOPLINE	60
5.3 ZAGRIJAVANJE POTROŠNE TOPLE VODE	61
5.4 REGULACIJA SUSTAVA	62
6. EKONOMSKA ANALIZA I USPOREDBA SUSTAVA.....	64
7. ZAKLJUČAK.....	68
LITERATURA.....	69
PRILOZI	70

Popis slika

Slika 1. Shema spajanja sustava solarnog grijanja

Slika 2. Srednja dnevna ozračenost Hrvatske za mjesec siječanj

Slika 3. Shema ljevokretnog procesa sa isparivačem koji koristi Sunce kao izvor topline

Slika 4. Izvedba dizalice topline sa tlo kao izvorom topline

Slika 5. Shema rasporeda prostorija u pojedinom stanu

Slika 6. Primjer izvedbe Rehau Tacker sustava

Slika 7. Shema Rehau zidnog i podnog grijanja/hlađenja

Popis dijagrama

Dijagram 1. Odnos između PPD i PMV indeksa [4]

Dijagram 2. Prikaz prolaza topline i promjene temperature kod zidova sa i bez izolacije

Dijagram 3. Maksimalne satne temperature u Splitu za mjesec srpanj

Dijagram 4. Temperature uzimane od programa IntegraCAD za srpanj

Dijagram 5. Potrošena energija za grijanje tokom cijele godine u kWh

Dijagram 6. Potrošena energija za hlađenje tokom cijele godine u kWh

Dijagram 7. Ovisnost udjela solarne energije u ukupno potrebnoj energiji o površini kolektora

Dijagram 8. Mjesečni prikaz pokrivanja energije za zagrijavanje PTV-a iz dva izvora

Dijagram 9. Ekonomska analiza sustava

Popis oznaka

$\vartheta_{int,i}$ [°C] unutarnja projektna temperatura grijanog prostora

ϑ_u [°C] unutarnja projektna temperatura negrijanog prostora

ϑ_e [°C] vanjska projektna temperatura

b_u [1] faktor smanjenja temperature razlike

q [W/m²] gustoća toplinskog toka

ϕ [W] toplinski tok

A [m²] površina zida

ΔT [K] promjena temperature

s_n [m] debljina zida

λ [W/mK] brzina provođenja topline

ϑ_s [°C] temperatura stijenske

ϑ_f [°C] temperatura fluida

α_k [W/m²K] koeficijent prijelaza topline

Nu [1] Nusseltova značajka

l [m] karakteristična veličina

k [W/m²K] koeficijent prolaza topline

$Q_{H,nd}$ [kWh] potrebna toplina za period grijanja

$Q_{H,ht}$ [kWh] odvedena toplina za period grijanja

$Q_{H,gn}$ [kWh] dovedena toplina za period grijanja

$\eta_{H,gn}$ [1] faktor smanjenja dobitaka

$Q_{C,nd}$ [kWh] potrebna toplina za period hlađenja

$Q_{C,ht}$ [kWh] odvedena toplina za period hlađenja

$Q_{C,gn}$ [kWh] dovedena toplina za period hlađenja

$\eta_{C,ls}$ [1] faktor smanjenja gubitaka

Q_{tr} [kWh] transmisijski gubitci topline

Q_{ve} [kWh] ventilacijski gubitci topline

Q_{int} [kWh] unutarnji dobitci topline

Q_{sol} [kWh] dobitci topline od strane sunca

ϑ_z [K] prosječna temperatura zone

A_i [m²] površina pojedine prostorije

A_p [m²] površina poda prizemlja

k_p [W/m²K] koeficijent prolaza topline kroz pod prizemlja

k_i [W/m²K] koeficijent prolaza topline pojedine površine podruma

T_w [K] minimalna izlazna temperatura tople vode

T_a [K] temperatura okoline

T_m [K] temperatura hladne vode

Q_n [kW] ukupni toplinski gubici

P_{hiT} [kW] gubici topline izazvani transmisijom

P_{hiV} [kW] gubici topline izazvani ventilacijom

Popis tablica

Tablica 1. Metabolički učin po metru kvadratnom kože čovjeka [2]

Tablica 2. Optimalni kut nagiba kolektora za Split i Zagreb [9]

Tablica 3. Koeficijent provođenja topline osnovnih građevinskih materijala po DIN EN 12524 i DIN-V 4108-4 [3]

Tablica 4. Koeficijenti prolaza topline za plohe objekta

Tablica 5. Toplinski gubici za jedan stan

Tablica 6. Ukupni toplinski gubici

Tablica 7. Maksimalno toplinsko opterećenje za jedan stan

Tablica 8. Maksimalni toplinsko opterećenje za 23. srpanj

Tablica 9. Prosječne mjesečne temperature i insolacije za područje Splita

Tablica 10. Energija potrebna za grijanje kroz mjesece

Tablica 11. Energija potrebna za hlađenje kroz mjesece

Tablica 12. Karakteristike solarnog kolektora Kaplan 2.0

Tablica 13. Ulazni podatci za *f-chart* metodu

Tablica 14. Zadani parametri potrebni za izračunavanje udjela solarne energije po *f-chart* metodi

Tablica 15. Izračunati parametri po *f-chart* metodi

Tablica 16. Tehnički podaci odabranog kondenzacijskog kotla

Tablica 17. Tehnički podaci o rashladnoj jedinici

Tablica 18. Tehnički podaci odabrane dizalice topline

Tablica 19. Godišnji utrošak energije objekta

Tablica 20. Investicijski i pogonski troškovi izvedbe sa kondenzacijskim kotlom

Tablica 21. Investicijski i pogonski troškovi izvedbe sa dizalicom topline

1. Uvod

Grijanje, kao jedna od osnovnih čovjekovih potreba, dugo je bilo ograničeno na ognjište postavljeno u sredini prostorije. Tek u 18. stoljeću počinje razvoj centralnog sustava pripreme tople vode, a tokom tehničkog razvoja u 20. stoljeću grijanje poprima sadašnje značenje u tehnici i industriji. Kako je čovjek postajao sve zahtjevniji na toplinsku ugodnost, tako dolazi do razvoja rashladnih sustava, koji počivaju na ljevokretnom procesu.

U okviru rada projektiran je sustav grijanja i hlađenja stambene zgrade prema izračunatom toplinskom opterećenju, koristeći norme i smjernice; HRN EN 12831, VDI 2078 i HRN EN ISO 13790, sa svrhom pronalaska optimalnog rješenja za ostvarivanje željene toplinske ugodnosti. Projekt je analiziran sa energetskeg i ekonomskog aspekta, rezultati su uspoređeni i prikazani tehničkim crtežima. Stambena zgrada ima ukupnu neto površinu od 255,24 m² i smještena je na otoku Braču, u Supetru. Tokom izračuna opterećenja korišteni su meteorološki podatci za Split, zbog nedostatka podataka za Supetar.

2. Teorijske osnove

Razlog grijanja i hlađenja prostorije je postizanje toplinske ugodnosti osoba koje u njoj borave. Postavljanjem parametara toplinske ugodnosti definira se toplinsko opterećenje pojedine prostorije i zahtjevi za grijanje ili hlađenjem. U nastavku su detaljnije objašnjeni pojmovi toplinske ugodnosti, unutarnje i vanjske projektne temperature, solarnog zagrijavanja vode i dizalice topline.

2.1 Toplinska ugodnost

Temeljni zadatak [1] sustava grijanja i hlađenja je održavanje toplinske ugodnosti, odnosno osiguravanje toplinskih uvjeta kod kojih se korisnici prostora osjećaju ugodno. Prema normi ISO 7730 toplinska ugodnost je stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo s toplinskim stanjem okoliša. Budući da je osjećaj ugodnosti individualan, pretpostavlja se da je okoliš ugodan ako je 90% osoba zadovoljno¹. Zadatak GVK² sustava je stvaranje uvjeta koji odgovaraju najvećem mogućem broju osoba. Osnovni faktori koji utječu na toplinsku ugodnost su: temperatura zraka u prostoriji, temperatura ploha u prostoriji, vlažnost zraka, brzina strujanja zraka, razina odjevenosti, razina fizičke aktivnosti, kvaliteta zraka, buka, namjena prostora, itd. Toplinska ugodnost je rezultat zajedničkog djelovanja navedenih faktora.

U ovisnosti o razini fizičke aktivnosti osoba predaje okolišu različitu toplinu kroz površinu kože, koja se dijeli na latentnu i osjetnu toplinu. Latentna toplina je toplina dobivena isparavanjem znoja sa površine kože i vlagom koja se prenosi disanjem, dok je osjetna toplina predana toplina na zrak prostorije, uslijed razlike temperature zraka i površine kože. Neke okvirne vrijednosti predane topline u ovisnosti o razini fizičke aktivnosti su dane u tablici 1. Zbog velike razlike predane topline u ovisnosti o razini fizičke aktivnosti, potrebno je uzeti u obzir opterećenje osoba koje borave u prostoriji i pretpostaviti njihove aktivnosti.

¹ Osoba je zadovoljna ako mu je izmjena topline sa okolinom jednaka proizvedenoj, odnosno ako tijelo bez previše napora održava konstantnu tjelesnu temperaturu od $37\pm0,8^{\circ}\text{C}$ [3]

² GVK je skraćenica za Grijanje, ventilaciju i klimatizaciju

Tablica 1. Metabolički učin po metru kvadratnom kože čovjeka [2]

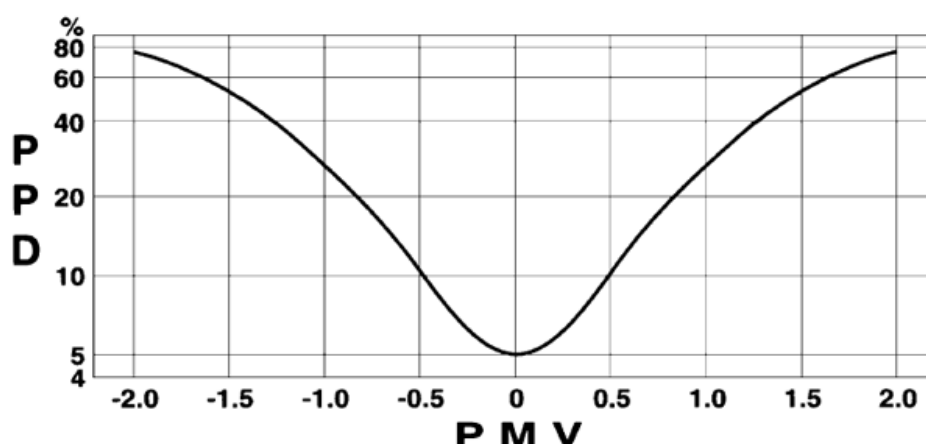
Razina fizičke aktivnosti	Metabolički učinak [W/m ²]
Odmaranje - spavanje	46
Mirno sjedenje	58
Pisanje na računalu	65
Stajanje, opušteno	70
Vožnja automobilom	60-115
Šetanje	100
Pranje posuđa u stojećem položaju	145
Hodanje po ravnoj površini, 4.3 km/h	150
Teški rad za strojem	235
Rad na gradilištu	275
Sport – trčanje brzinom 15 km/h	550

Vrednovanje toplinske ugodnosti se ocjenjuje po standardiziranom dijagramu koji koristi PMV³ i PPD⁴ indekse. Profesor Ole Fanger [4] je po prvi puta uveo spomenute indekse. U sljedećem dijagramu je prikazan odnos između standardne ocjene ugodnosti boravka u nekoj prostoriji i postotka nezadovoljnih osoba. Nulta vrijednost na PMV⁵ skali označava neutralno stanje, -2 hladno, dok 2 predstavlja vruće. Uočljivo je da i kod neutralnog stanja postoji 5% nezadovoljnih osoba. To se pripisuje subjektivnom poimanju toplinske ugodnosti.

³ Predicted Mean Vote – predviđa subjektivno ocjenjivanje ugodnosti boravka u okolišu

⁴ Percentage of Persons Dissatisfied – postotak nezadovoljnih osoba

⁵ Maksimalne vrijednosti PMV skale se kreću od -3 do +3



Dijagram 1. Odnos između PPD i PMV indeksa [4]

Uzimajući u obzir sve navedeno, norma HRN EN 12831 navodi temperature u prostorijama u periodu grijanja⁶, dok norma VDI 2078 navodi temperature unutar zone u periodu hlađenja⁷.

2.2 Unutarnja i vanjska projektna temperatura

Kod određivanja temperature grijanog prostora polazimo od norme HRN EN 12831 da bi odredili temperaturu kojom će biti uspostavljena toplinska ugodnost osoba koje borave u prostoriji. U diplomskom radu korištena je prosječna temperatura grijanog prostora od 20°C, za koju se pretpostavlja da zadovoljava potrebe većine osoba za toplinskom ugodnošću.

Kod određivanja temperature negrijanog prostora, radi određivanja gubitaka, koristimo formulu iz norme HRN EN 12831 (sustavi grijanja u zgradarstvu – metoda proračuna toplinskog opterećenja) koja glasi:

$$b_u = \frac{\vartheta_{int,i} - \vartheta_u}{\vartheta_{int,i} - \vartheta_e}$$

⁶ Grijanje se vrši tokom zimskih mjeseci

⁷ Hlađenje se vrši tokom ljetnih mjeseci

Faktor b_u u gornjoj jednađbi predstavlja faktor smanjenja temperature razlike koji uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora ϑ_u i vanjsku projektnu temperaturu ϑ_e . Taj faktor za potkrovlja sa izolacijom iznosi 0,7, dok za prostorije sa jednim vanjskim zidom uzimamo faktor smanjenja od 0,4. Temperatura negrijanog prostora se dobiva jednostavnim matematičkim preinakama:

$$\vartheta_u = \vartheta_{int,i} - b_u(\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$$

Vanjska projektna temperatura ovisi o mjestu gdje se nalazi objekt i godišnjem dobu. Budući da je projektirani objekt smješten u mjestu Supetar na otoku Braču, koje je vrlo blizu Splita, kao referentna vrijednost je uzeta vanjska projektna temperatura za grad Split. Za ljetne mjesece, gdje su potrebne temperature za svaki sat u danu⁸, kao uzorak je korišten ispis dnevnih temperatura u Splitu⁹, za ljetno razdoblje.

2.3 Solarno zagrijavanje potrošne tople vode

Solarno zagrijavanje PTV¹⁰-a javilo se iz čiste praktičnosti tokom perioda Sunčevog zračenja. Sunčeva dozračena energija predstavlja najveći obnovljivi izvor energije koji se pretvara, dolaskom na zemlju, u druge oblike energije. Početak korištenja zagrijavanja potrošne tople vode svodi se na posudu punu vode koja se grije direktnim sunčevim zračenjem.

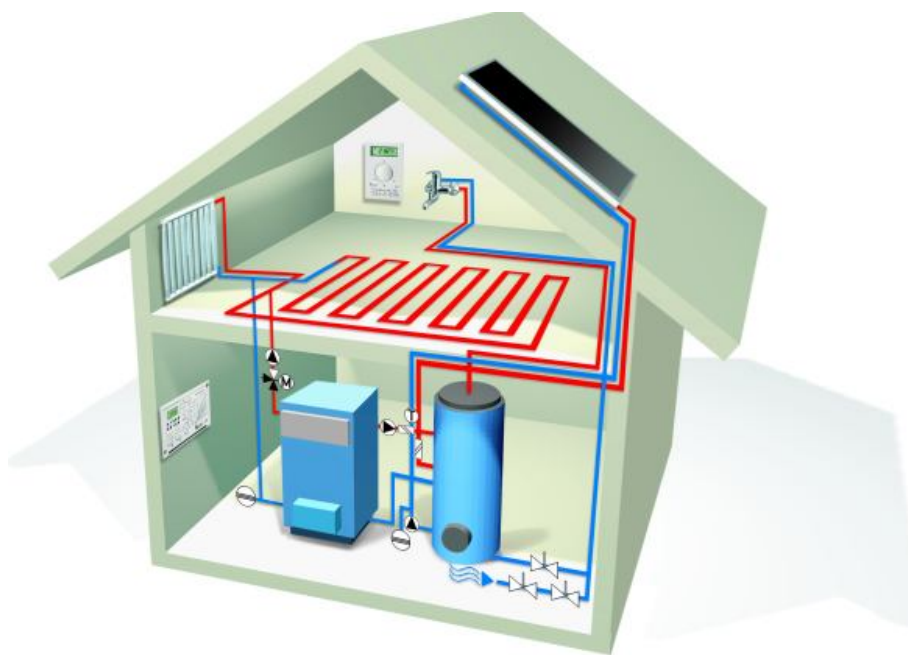
Danas se energija Sunca iskorištava preko solarnih kolektora koji mogu biti izvedeni kao direktni ili indirektni, sa prirodnom ili prisilnom cirkulacijom. Prirodna cirkulacije se koristi samo za male sustave sa malom visinskom razlikom između kolektora i spremnika PTV-a. Kao ogrijevni medij koristi se najčešće smjesa glikola sa vodom, radi zaštite od smrzavanja zimi. Budući da je krug ogrjevnog medija zatvoren, potrebno je instalirati i ekspanzijsku posudu. Drugi način izvedbe je sustav s posudom za pražnjenje, kojom se omogućuje zaštita od smrzavanja

⁸ Zbog velikih promjena temperature u odnosu na unutarnju projektnu temperaturu, ljeti je potrebna detaljnija analiza temperaturnih fluktuacija

⁹ Temperature su dobivene od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda, Grič 3, Zagreb [6]

¹⁰ Potrošna topla voda

ispuštanjem vode iz kolektora i vanjskog dijela cjevovoda kada se dosegne minimalna kritična razina zračenja ispod koje kolektor više ne može zagrijavati ogrjevni medij. Voda se jednostavno spusti iz vanjskih dijelova solarnog sustava, pod utjecajem gravitacijske sile, u posudu koja onemogućava smrzavanje fluida.



Slika 1. Shema spajanja sustava solarnog grijanja

Što se tiče proračuna solarnog sustava, potrebno je poznavati godišnju raspodjelu insolacije u određenom području¹¹, da bi se aproksimativno izračunala dobivena toplinska energija. U Hrvatskoj, maksimalna vrijednost insolacije na horizontalnu plohu iznosi 800-1000 W/m², ovisno radi li se o kontinentalnom ili primorskom dijelu¹². Treba znati da su vrijednosti iskoristivosti kolektora u idealnom slučaju u granicama od $0,7 \leq \eta \leq 0,9$, pa je lagano okvirno pretpostaviti maksimalnu mogućnost iskorištenja sunčeve energije [9]. Treba spomenuti da upadni kut zračenja ima presudni utjecaj na iskoristivost kolektora. Slijedom toga, prikazana je tablica 2 koja sadrži optimalne kuteve postavljanja kolektora u dva najveća hrvatska grada.

¹¹ Insolacija je ustupljena od strane DHMZ-a (Državni hidrometeorološki zavod)

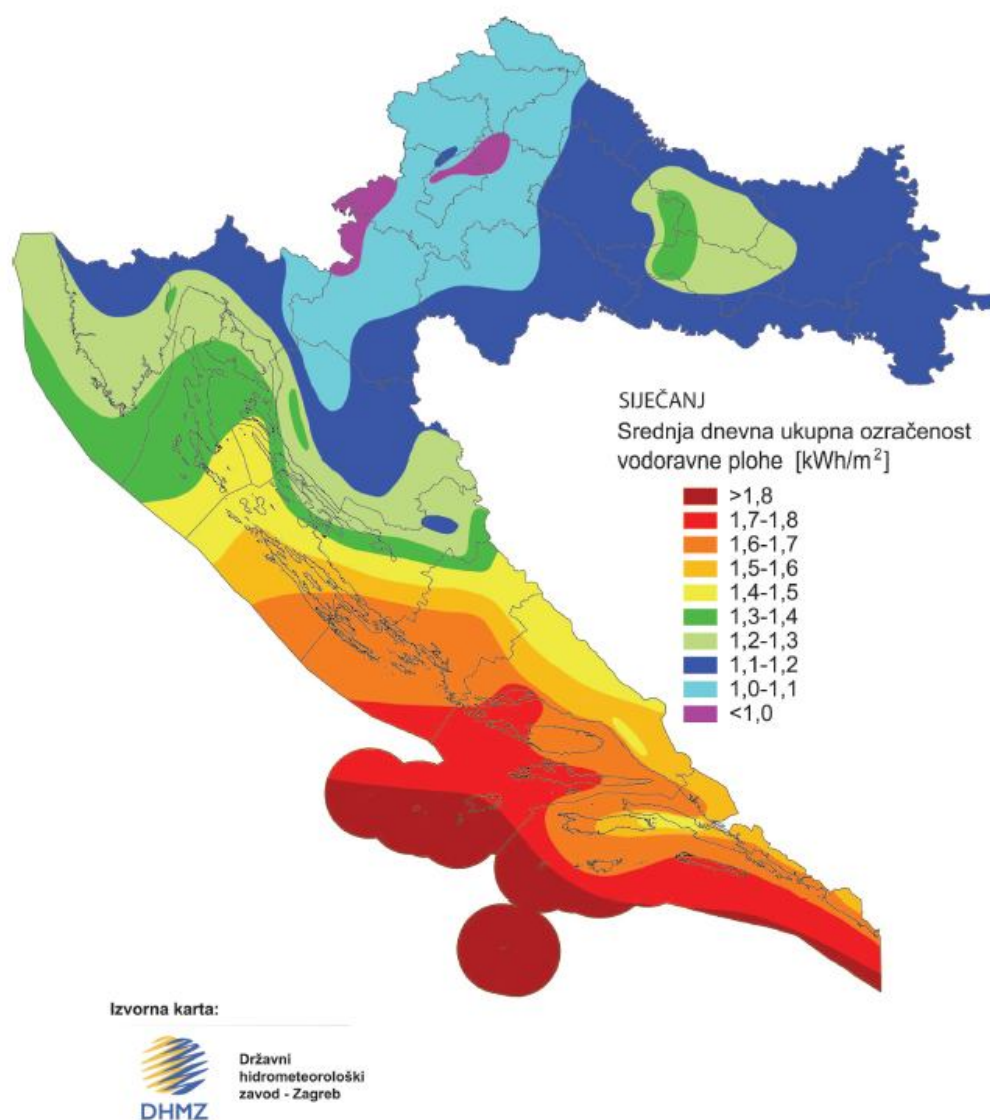
¹² Od ukupnog sunčevog zračenja 75% se dozrači u toplijoj polovici godine, od početka travnja do kraja rujna, dok je u hladnijem dijelu godine, kada su potrebe za energijom najveće, insolacija osjetno niža

Tablica 2. Optimalni kut nagiba kolektora za Split i Zagreb [9]

Mjesec	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Split	65°	57°	43°	24°	10°	1°	6°	20°	37°	55°	64°	67°
Zagreb	58°	53°	38°	24°	11°	2°	7°	20°	37°	51°	50°	52°

U okviru diplomskog rada solarni kolektori će biti postavljeni na krov stambene zgrade, koji je pod nagibom od 22° u odnosu na horizontalu. Izvedba kolektora sa prilagodljivim kutem upada je preskupa investicija za ovaj relativno mali sustav, pa će upadni kut od 22° biti zadovoljavajući, iako je prosječna vrijednost kuta upada za Split 36° po gornjoj tablici. Pretpostavka je da će solarno grijanje moći raditi i zimi, zbog blage mediteranske klime koja je karakteristična u Dalmaciji¹³, sa dugim, sušnim i toplim ljetima, te kratkim zimama. Na slici 2. vidi se prikaz količine upadnog sunčevog zračenja za cijelu Hrvatsku tokom prvog mjeseca. Prikazani su podaci za siječanj, upravo zbog najmanje insolacije u tom periodu godine, pa stoga i najproblematičnijem periodu za korištenje solarnih sustava. Iz slike se jasno vidi da je područje oko Splita najsunčaniji dio hrvatske obale.

¹³ Supetar na Braču slovi za najsunčanije Jadransko podneblje sa preko 2780 sunčanih sati u godini [10]

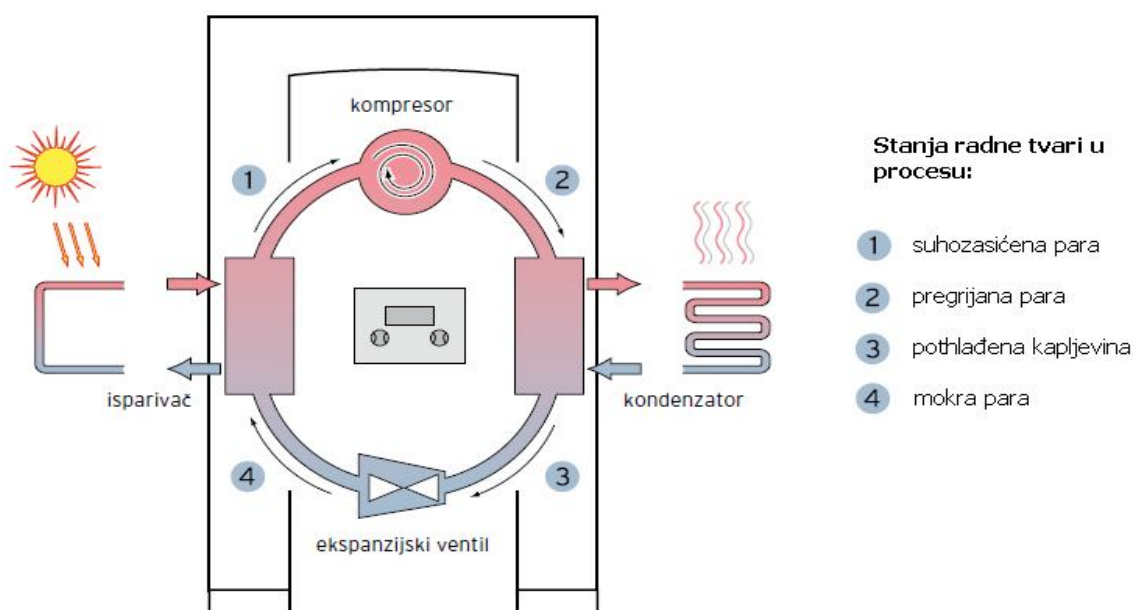


Slika 2. Srednja dnevna ozračenost Hrvatske za mjesec siječanj

2.4 Dizalice topline

Dizalice topline¹⁴ su uređaji koji su pronašli svoju upotrebu u grijanju i hlađenju prostora¹⁵. Princip rada dizalice topline počiva na ljevokretnom kružnom procesu, u kojem se korištenjem vanjskog rada može ostvariti prijenos topline sa niže na višu temperaturu [11]. Ako je ta razlika temperatura manja, veća je iskoristivost dizalice topline.

Dizalica topline se sastoji od četiri glavne komponente: isparivač, kompresor, kondenzator i prigušni ventil. U isparivaču radna tvar odvodi toplinu ogrijevnom spremniku i mijenja agregatno stanje iz kapljevito u parovito. Nakon toga kompresor usisava radnu tvar i podiže joj tlak i temperaturu da bi poslije u kondenzatoru mogla predati toplinu rashladnom spremniku i ponovo promijeniti agregatno stanje. Prigušni ventil služi za osiguranje niskog tlaka i doziranje radne tvari na ponovnom ulazu u isparivač. Prilikom isparivanja i kondenzacije poboljšan je prijelaz topline zbog prirode procesa [12].



Slika 3. Shema ljevokretnog procesa sa isparivačem koji koristi Sunce kao izvor topline

¹⁴ Dizalice topline se još nazivaju i toplinske pumpe

¹⁵ Ako dizalice topline koristimo za grijanje, takav se proces naziva ogrijevni, a ako ju koristimo za hlađenje proces se naziva rashladni

Takav sustav koristi energiju iz okoline koja se može obnovljati u vremenskom roku pojmljivom čovjeku, pa ga zato smatramo obnovljivi izvor energije. Jedina uložena energija je rad kompresora. Podjela dizalica topline po toplinskom izvoru je najčešća. Izvor topline (ili toplinski spremnik) je voda, zemlja ili zrak. Za zadani sustav je odabrana zemlja kao toplinski spremnik, sa vertikalnim bušotinama u koje se polažu U-cijevi, budući da nemamo dovoljno veliku površinu za polaganje horizontalnog kolektora. Cijevi se koriste kao izmjenjivači topline. Prednost tla kao toplinskog spremnika je u njegovoj približno konstantnoj temperaturi, što omogućuje rad dizalice u optimalnoj projektnoj točki.



Slika 4. Izvedba dizalice topline sa tlom kao izvorom topline

Bitno je naglasiti da se dizalica topline može koristiti za hlađenje tokom ljeta, kao i za grijanje tokom zimskog perioda. Time se povećava njena iskoristivost, a smanjuje period povrata investicije.

3. Termodinamičke osnove

Da bi definirali toplinsko opterećenje prostorije potrebno je izračunati koeficijente prolaza topline za svaku površinu koja okružuje tu prostoriju. To podrazumijeva sva vrata, prozore i eventualne toplinske mostove. Debljina i tip prozora i vrata izrazito utječe na koeficijente prolaza topline. Sam prolaz topline podrazumijeva provođenje, konvekciju i zračenje, koji su preciznije definirani u sljedećim poglavljima. U pogledu nestacionarnosti, svi procesi će se gledati u stacionarnom stanju zbog pojednostavljenja proračuna.

3.1 Provođenje topline (kondukcija)

Najjednostavniji prijenos topline je provođenje. U našem slučaju je provođenje ograničeno na ravnu i višeslojnu stjenku, zbog karakteristika zida u građevini. Sljedeća formula predstavlja računске osnove izračuna gustoće toplinskog toka za ravnu višeslojnu stjenku.

$$q = \frac{\phi}{A} = \frac{\Delta T}{\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_n}}$$

Koeficijent λ u gornjoj jednadžbi predstavlja koeficijent toplinske vodljivosti, koji zavisi od strukture materijala i gustoće. Debljina materijala određuje utjecaj pojedinog sloja u rezultatu konačne jednadžbe. Tablica 3 predstavlja koeficijent toplinske vodljivosti osnovnih materijala u građevini po DIN EN 12524 i DIN-V 4108-4. Vidljiva je osjetna razlika između pojedinih materijala, pa je izbor materijala u građevini od presudne važnosti za konačno toplinsko opterećenje zgrade.

Tablica 3. Koeficijent provođenja topline osnovnih građevinskih materijala po DIN EN 12524 i DIN-V 4108-4 [3]

Građevinski materijal	Gustoća u kg/m^3	λ u W/mK
Beton		
Šljunčani ili laki u pločama	2400	2,1
Šupljikavi laki beton sa neporoznim dodatcima	1600	0,81
	1800	1,1
	2000	1,4
Šupljikavi laki beton sa poroznim dodatcima	600	0,22
	1400	0,57
	2000	1,2
Bitumen	1100	0,17
Pločice	2000	1
Staklo	2500	0,8-1,1
Guma	1100	0,16-0,23
Drvo		
Balzamovo drvo	200	0,06-0,075
Keder	300-400	0,075-0,12
Topola	400-500	0,08-0,14
Bor, jela	500-600	0,11-0,165
Breza, bukva	700-800	0,145-0,21
Šimšir	900-100	0,185-0,25
Linoleum	1000	0,17
Granit	2800	3,5
Pijesak	1600-1800	0,9
Zid		
Šuplja opeka	1200-2000	0,5-1,0
Kamena opeka	500-800	0,2-0,3
Klinker	1800-2200	0,8-1,2
Suha opeka	1600-1800	0,38-0,52

3.2 Konvekcija

Prijelaz topline sa krutine na fluid naziva se konvekcija. U građevini, toplina prelazi sa zidova na okolni zrak. Gustoća toplinskog toka, kod konvekcije, prikazana je sljedećom jednačinom.

$$q = \frac{\phi}{A} = \alpha_k (\vartheta_s - \vartheta_f)$$

Koeficijent α u gornjoj jednačini predstavlja koeficijent prijelaza topline koji zavisi o temperaturi i brzini fluida, viskoznosti, obliku strujanja, geometriji zida, itd. Velike su razlike između slobodnog i prisilnog strujanja fluida, pa zato postoje bezdimenzijske značajke¹⁶ kojima se definira priroda strujanja. Koeficijent prijelaza topline kod stjenke zida je definiran sljedećom jednačinom:

$$\alpha_k = \frac{Nu\lambda}{l_0}$$

U gornjoj jednačini „ l_0 “ predstavlja karakterističnu veličinu stjenke, koja se dobije dijeljenjem volumena stjenke sa njegovom unutarnjom ili vanjskom površinom, ovisno o kojem se koeficijentu prijelaza topline radi.

3.3 Zračenje

U prijelaz topline spada i zračenje. Ono se odvija između dva tijela uslijed razlike njihove temperature, pri čemu nije potrebno da je zrak (ili neki drugi fluid) između njih. Toplina zračenja se emitira i apsorbira preko elektromagnetskih valova¹⁷. U projektiranju grijanja, zbog relativno male razlike u temperaturi unutarnje i vanjske površine zida ($\sim 10^\circ\text{C}$), zračenje ima malu ulogu na sveukupnu bilancu prolaza topline. Važniji koeficijent je koeficijent prolaza topline. Zračenje

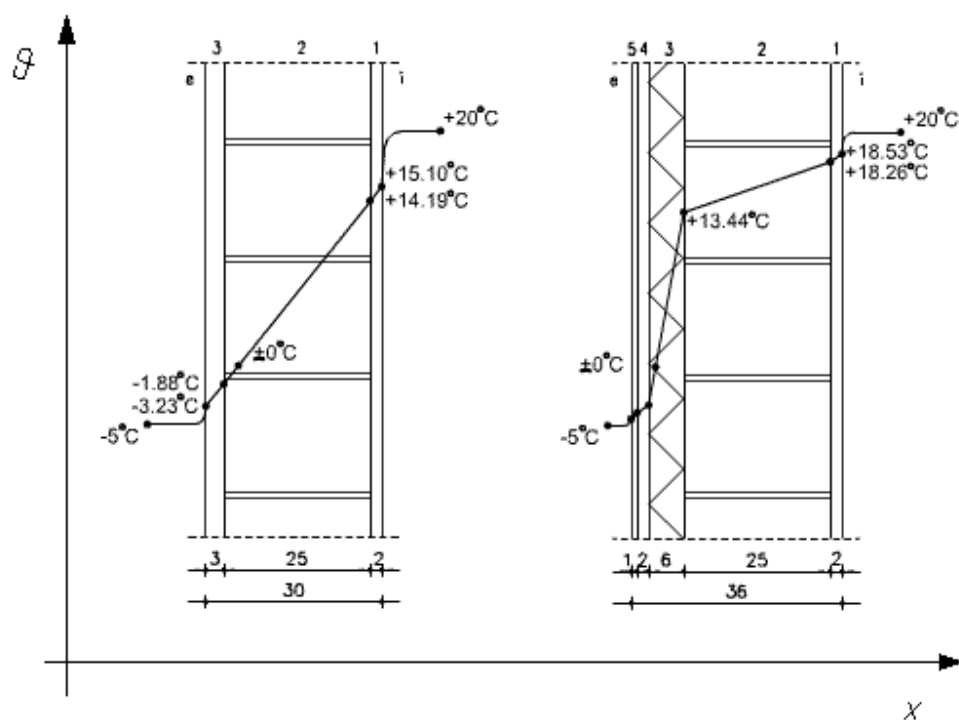
¹⁶ U bezdimenzijske značajke spadaju Nusseltov broj, Prandtlov broj, Reynoldsov broj, Archimedov broj, Grashofov broj, Pecletov broj, itd. [7]

¹⁷ Dužina elektromagnetskih valova koji sudjeluju u izmjeni topline je od 0,8 – 800 μm

ima značajniju ulogu u projektiranju sustava hlađenja, kao i u solarnom grijanju potrošne tople vode, zbog razlike temperature Sunca i temperature objekta/solarnih panela.

3.4 Koeficijent prolaza topline

Sveukupni prijelaz topline sa hladnijeg na topliji fluid kroz krutu razdjelnu stijenku naziva se prolaz topline. Sljedeća slika prikazuje $Q-x$ dijagram za prolaz topline kod zida sa izolacijom i bez izolacije.



Dijagram 2. Prikaz prolaza topline i promjene temperature kod zidova sa i bez izolacije

Primjećuje se razlika u temperaturi unutarnje stijenke zida, gdje i dolazi do velikih gubitaka topline sa unutrašnjeg zraka na stjenku. Taj sloj se naziva granični sloj, a intenzitet izmjene topline u graničnom sloju opisuje koeficijent prijelaza topline alfa, α . Postavljanjem izolacije

postigne se smanjena temperaturna razlika i zbog toga manji gubici, pa tako i dobitci topline zgrade.

Da bi prikazali gustoću toplinskog toka, potrebno je zbrojiti gustoće toplinskog toka kod vanjske konvekcije, provođenja ili kondukcije i unutarnje konvekcije, po sljedećim izrazima:

$$q = \alpha_v(\vartheta_v - \vartheta_{s1})$$

$$q = \frac{\lambda}{s}(\vartheta_{s1} - \vartheta_{s2})$$

$$q = \alpha_u(\vartheta_{s2} - \vartheta_u)$$

Jednostavnim matematičkim preinakama dobivamo ukupnu gustoću toplinskog toka za prolaz topline kroz jednoslojnu stjenku:

$$q = \frac{\vartheta_v - \vartheta_u}{\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\lambda}{s} + \frac{1}{\alpha_u}}$$

Toplinski tok se dobije množenjem gustoće toplinskog toka sa konstantnom frontalnom površinom¹⁸:

$$\phi = qA = \frac{\vartheta_v - \vartheta_u}{\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\lambda}{s} + \frac{1}{\alpha_u}} \times A$$

Gornja jednadžba se može napisati i u formalnom obliku

$$\phi = kA(\vartheta_v - \vartheta_u)$$

u kojoj veličinu k , $\text{W/m}^2\text{K}$, zovemo koeficijent prolaza topline. O njemu ovisi koliko će se topline izgubiti prema okolišu tokom grijanja ili preuzeti od okoliša tokom hlađenja prostorija.

¹⁸ Frontalna površina je površina kroz koju prolazi toplinski tok

Potrebno je poznavati točna svojstva zida i zraka da bi se egzaktno odredio koeficijent prolaza, a kada ga pomnožimo sa površinom zida i razlikom unutarnje temperature prostorije i vanjske projektne temperature (ili temperature okolnih soba) dobivamo prolaz topline u Watt-ima.

Prolaz topline kroz zidove, vrata, eventualne prozore, pod i strop prostorije je potrebno zbrojiti da bi dobili projektnu toplinu koja treba biti odvedena/dovedena zbog ostvarenja ravnotežnih uvjeta u prostoriji.

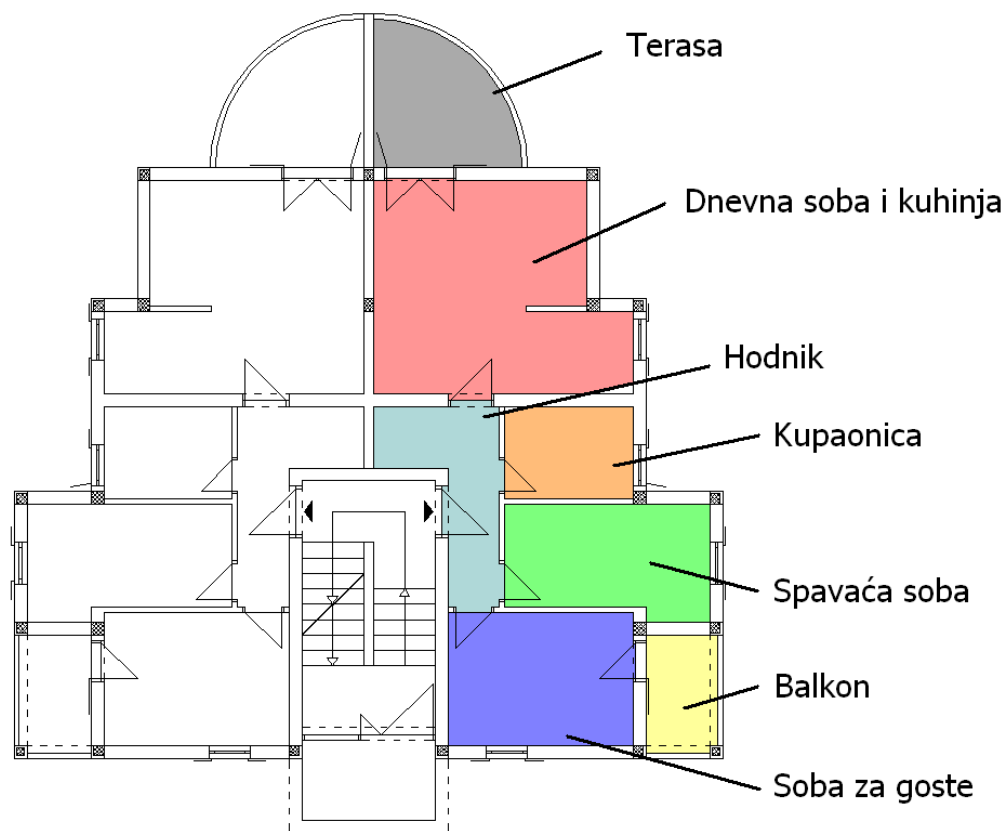
4. Proračun sustava grijanja i hlađenja

U nastavku je prikazan opis stambene zgrade, kao i postupak te rezultati proračuna toplinskih opterećenja grijanja i hlađenja. Također, rezultati potrebne energije tokom cijele godine prikazani su dijagramima i tablicama. Na kraju poglavlja odabrana su ogrijevna i rashladna tijela, te je prikazana izvedba podnog i zidnog grijanja/hlađenja.

4.1 Opis zgrade

Za stambeni kompleks u mjestu Supetar, na otoku Braču, provedena je energetska analiza. Stambeni kompleks se sastoji od podruma, za koji se pretpostavlja da služi kao skladište i kotlovnica, šest stanova približno iste geometrije raspoređenih na tri kata, i potkrovlja. Potkrovlje nije namijenjeno za stanovanje, nego za eventualni smještaj spremnika potrošne tople vode i regulacije solarnog sustava.

Stanovi se sastoje od hodnika, kupaoalice, dnevne sobe sa blagovaonom i kuhinjom i dvije spavaće sobe. Obje spavaće sobe imaju izlaz na balkon sa jugoistočne strane, dok je dnevna soba povezana sa terasom sa sjeverozapadne strane. Na slici 5 prikazan je tlocrt stanova na jednoj od tri stambene etaže.



Slika 5. Shema rasporeda prostorija u pojedinom stanu

Kao što se vidi iz slike, kuća je simetrična, što je pojednostavilo proračun. Visina katova se neznatno razlikuje, pa je tako udaljenost od poda do stropa prvog kata 272 centimetra, a visina drugog i trećeg kata je 267 cm. Površina jednog stana je 52,57 m², dok je cijela kuća, sa podrumom, potkrovljem i zajedničkim prostorijama površine 670 m².

Prema normi su odabrane unutarnje temperature u prostorijama za period grijanja. Za dnevni boravak, kuhinju i spavaće sobe odabrana je temperatura od 20°C. U hodniku je temperatura 15°C, jer osobe tu manje borave i više su odjevene. Za kupaonicu je odabrana temperatura od 24°C, radi povećane potrebe za toplinskom ugodnošću tokom boravka u istoj.

4.2 Izračunavanje koeficijenta prolaza topline

Za dobivanje koeficijenata prolaza topline korišten je program IntegraCAD, koji računa koeficijente prema unesenim podacima o materijalu od kojeg je sačinjen zid i debljini zida. Rezultati su prikazani u sljedećoj tablici. Potpuni prikaz svakog sloja zida i njegovog koeficijenta je predan u prilogu 1.

Tablica 4. Koeficijenti prolaza topline za plohe objekta

Tip građevinske plohe	k (W/m ² K)
Vanjskizid	0,470
Balkonska vrata	1,800
Balkonska vrata mala	2,000
Vrata ulazna	1,500
Tanki zid unutarnji	2,331
Medukatni zid	0,634
Medustanbeni zid	0,691
Zid stubište-hodnik	0,541
Medukatni zid donji	0,388

4.3 Projektni toplinski gubici objekta prema HRN EN 12831

Da bi odredili toplinske gubitke tokom zimskih mjeseci potrebno je odabrati vanjsku projektnu temperaturu. Za Supetar na otoku Braču, vanjska projektna temperatura za period grijanja iznosi -4°C . To je vrijednost koja ne prikazuje stvarnu prosječnu temperaturu kroz zimski period. Iz te temperature, zadanih temperatura unutrašnjih prostorija i koeficijenata prolaza topline izračunati su toplinski gubici cijelog objekta.

Toplinski gubici se računaju za svaku pojedinu prostoriju te potom zbrajaju. Prostorija gubi toplinu preko stropa, poda i bočnih strana, pa se gubici izračunavaju za svaku plohu prostorije, te naknadno zbrajaju. Po normi HRN EN 12831 gubici se dijele na transmisijske i ventilacijske gubitke, pa su ventilacijski gubici, budući da nema prisilne ventilacije, svedeni na infiltraciju zraka u prostor preko prozora i vrata. Po normi se uzima infiltracija od $\text{ACH}^{19} = 0,5 \text{ h}^{-1}$, ili 0,5 promjena volumena zraka u prostoriji. To znači da se 50% od ukupnog volumena zraka u prostoriji promijeni u jednom satu. Jedina iznimka je kupaonica sa normiranim $\text{ACH} = 1,5 \text{ h}^{-1}$. Potrebno je odrediti i faktor n_{50} koji govori koliko se izmjena zraka u satu dogodi pri razlici vanjskog i unutarnjeg tlaka od 50 Pa. Vrijednost faktora se kreće u granicama od 2 do 4 [13], za stambene zgrade, pa sam uzeo faktor 3 kao vrijednost koja je određena hrvatskim propisom²⁰.

Nakon provedenih proračuna u programu IntegraCAD dobivaju se prikazani podaci (Prilog 2.). Izračunati toplinski gubici su poprilično veliki za dalmatinsko područje, zbog konstantne vanjske temperature (-4°C) korištene u proračunu, pa se može pretpostaviti da sustav neće raditi u stopostotnom opterećenju tokom cijele zime. Gubitak topline u hodniku je negativan jer nema dodira sa vanjskim okolišem, a temperatura hodnika je podešena na 15°C . Točnija temperatura, koju se dobiva tako da se proračun postavi da gubici topline približno iznose nula, je 17°C .

U tablici 5 prikazan je odnos gubitaka za jedan stan. Stupac P_{hiT} predstavlja transmisijske gubitke, P_{hiV} ventilacijske gubitke, a Q_n ukupno toplinsko opterećenje za održavanje unutarnje temperature Q_u .

¹⁹ ACH – izmjena volumena zraka u prostoriji tokom sat vremena (eng. Air Changes per Hour)

²⁰ Narodne novine br.: 110, 26.09.2008: Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Članak 23. [13]

Tablica 5. Toplinski gubici za jedan stan

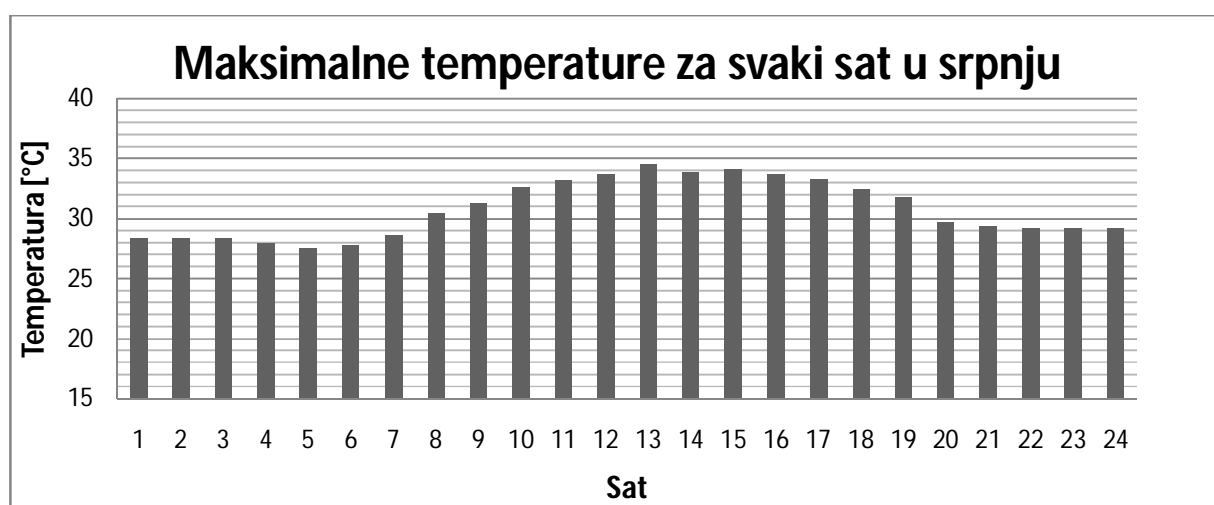
P	Prostorija	$q_u(^{\circ}\text{C})$	$Q_n \text{ (W)}$	$P_{hiT} \text{ (W)}$	$P_{hiV} \text{ (W)}$
P1	Hodnik	15	- 145	- 197	52
P2	Dnevni boravak	20	627	459	168
P4	Kupaona	24	449	274	175
P5	Spavaća soba	20	478	374	104
P6	Soba za goste	20	238	144	94
Ukupno: Stan4			1647	1054	593

Tablica 6. Ukupni toplinski gubici

Stanovi	$Q_n \text{ (W)}$	$P_{hiT} \text{ (W)}$	$P_{hiV} \text{ (W)}$
Ukupno: Stan2	1960	1367	593
Ukupno: Stan1	1894	1301	593
Ukupno: Prizemlje	3854	2668	1186
Ukupno: Stan4	1647	1054	593
Ukupno: Stan3	1645	1052	593
Ukupno: Kat 1	3292	2106	1186
Ukupno: Stan6	1995	1402	593
Ukupno: Stan5	1992	1399	593
Ukupno: Kat 2	3987	2801	1186
Ukupno: Prizemlje, Kat 1 i 2	11133	7575	3558

4.4 Projektno toplinsko opterećenje objekta prema VDI 2078

Pri određivanju toplinskog opterećenja objekta polazimo od ljetne vanjske projektne temperature. Zbog velikih oscilacija u temperaturi potrebno je definirati tijek temperatura tokom dana. Te podatke sam dobio analizirajući podatke o satnim temperaturama za Split²¹. Na dijagramu se vidi ispis dobiven iz podataka ustupljenih od strane DHMZ-a²² u Zagrebu.

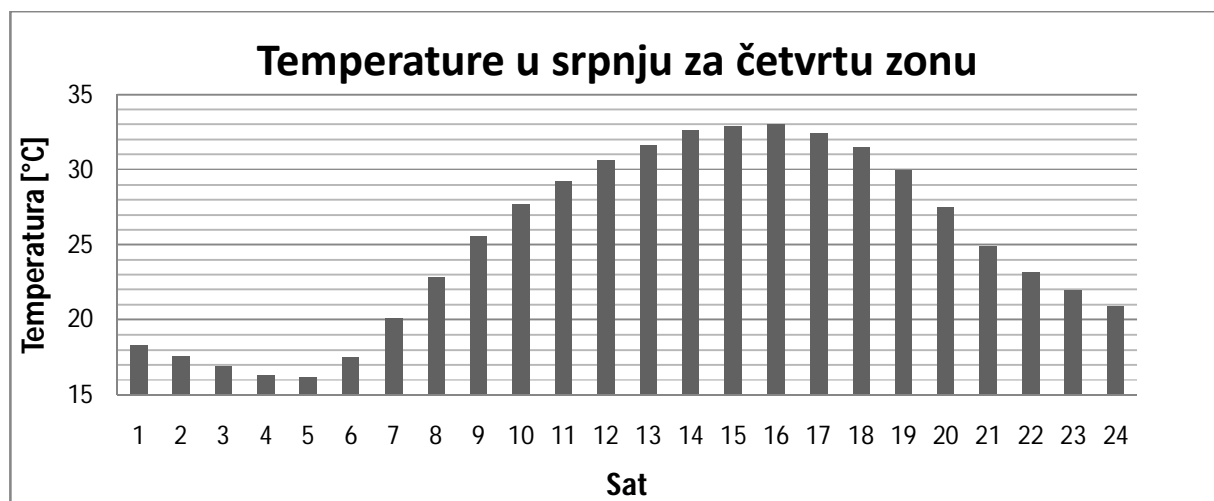


Dijagram 3. Maksimalne satne temperature u Splitu za mjesec srpanj

U programu IntegraCAD, moguće je odabrati četiri klimatske zone, od kojih četvrta zona najbolje odgovara prikazanim izmjeranim podacima, što se vidi i iz dijagrama 4. Razlika u temperaturama tokom noći je vidljiva, ali nema veliki utjecaj na ukupnu toplinsku bilancu hlađenja, zbog temperatura koje su niže od zahtijevanih u prostorijama. Ekvivalentne temperature se uzimaju kako je zadano u programu, po zoni 4.

²¹ Splitske satne temperature su analizirane zbog nedostupnosti satnih temperatura u Supetru

²² Državni hidrometeorološki zavod



Dijagram 4. Temperature uzimane od programa IntegraCAD za srpanj

Proces dobivanja toplinskog opterećenja tokom ljetnog razdoblja je različit od dobivanja gubitaka tokom zimskog razdoblja u dodatnom opterećenju prostorije uslijed boravka osoba u njoj i topline rasvjetnih tijela. Prosječna osoba u stanju mirovanja emitira oko 115W topline [2]. Kada se uzme u obzir dobivena topline od ljudi, skupa sa transmisivnim dobitcima i infiltracijom vanjskog toplog zraka, dobivamo toplinsko opterećenje zgrade. Dobiveni podaci za svaki mjesec su prikazani u prilogu 3. Sljedeća tablica prikazuje maksimalno toplinsko opterećenje svake prostorije tokom ljetnog razdoblja za jedan stan etaže.

Tablica 7. Maksimalno toplinsko opterećenje za jedan stan

P	Prostorija	Q_n (W)	Datum i vrijeme
P1	Hodnik	497	23. Srpanj 19h
P2	Dnevni boravak	1069	24. Kolovoz 10h
P4	Kupaona	301	24. Kolovoz 15h
P5	Spavaća soba	930	24. Kolovoz 15h
P6	Soba za goste	361	23. Srpanj 19h
Ukupno: Stan2		3158	

Tablica 8. Maksimalni toplinsko opterećenje za 23. srpanj

Stanovi	Q_n (W)
Ukupno: Stan2	1602
Ukupno: Stan1	2537
Ukupno: Prizemlje	4139
Ukupno: Stan4	1910
Ukupno: Stan3	2480
Ukupno: Kat 1	4390
Ukupno: Stan6	1865
Ukupno: Stan5	2597
Ukupno: Kat 2	4462
Ukupno: Prizemlje, Kat 1 i 2	12991

Maksimalni toplinsko opterećenje je dobiveno za dan 23. srpanj. Detaljniji prikaz toplinskog opterećenja za svaku prostoriju nalazi se u prilogu 4. Od dodatnih toplinskih opterećenja definirano je toplinsko opterećenje četiri osobe koje borave u dnevnom boravku i rasvjete. Pretpostavljeno je da je rasvjeta uključena u hodniku tokom cijelog dana.

4.5 Potrebna energija za grijanje i hlađenje prema normi HRN EN ISO 13790

Norma HRN EN ISO 13790 određuje potrebnu toplinsku energiju za grijanje i hlađenje tokom cijele godine. Norma počiva na principu zbrajanja ukupnih gubitaka i dobitaka toplinske energije tokom cijele godine za period grijanja i hlađenja. Energija za grijanje tokom cijele godine se dobiva iz sljedeće formule:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,g} Q_{H,g}$$

Indeks H u gornjoj jednadžbi označava toplinu potrebnu za grijanje²³ tokom godine. Istovjetno, energija za hlađenje tokom cijele godine se dobiva po sljedećoj formuli:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,g} - \eta_{C,l} Q_{C,ht}$$

Isto tako, indeks C u gornjoj jednadžbi označava toplinu potrebnu za hlađenja²⁴ tokom godine. Da bi izračunali dobitke i gubitke neovisno o periodima grijanja i hlađenja koristimo sljedeće formule:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad - \text{ za gubitke topline tokom cijele godine}$$

$$Q_{gn} = Q_{sol} + Q_{int} \quad - \text{ za dobitke topline tokom cijele godine}$$

Gubici topline se dijele na transmisijske i ventilacijske, a dobici na solarne i unutarnje dobitke. Tokom zime su gubici topline jako veliki u odnosu na dobitke, dok je ljeti obratno. Faktor iskorištenja dobitaka $\eta_{H,g}$ i faktor iskorištenja gubitaka $\eta_{C,l}$ ovise o omjeru gubitaka i dobitaka i dobivaju se po formulama koje ovise o iznosu omjera²⁵.

²³ Heating – eng. grijanje

²⁴ Cooling – eng. hlađenje

²⁵ Omjer dobitaka i gubitaka η može biti veći ili manji od nule, ili jednak jedinici, o čemu ovisi koja će se formula upotrijebiti za izračunavanje faktora iskorištenja $\eta_{H,g}$ ili $\eta_{C,l}$

4.5.1 Potrebna godišnja energija za grijanje

Da bi proračun po normi HRN EN ISO 13790 bio proveden trebalo je odrediti nekoliko parametara potrebnih pri izračunu. Proračun se izvodi za jednu zonu, zbog temperaturne razlike prostorija, koja je manja od 4°C. Kada bi temperaturne razlike prostorija bile veće od 4°C, zgradu bi bilo potrebno podijeliti na zone. U zadanom objektu su temperaturne razlike manje, pa je potrebno izračunati prosječnu temperaturu zone po formuli:

$$\vartheta_z = \frac{\sum_1^n (\vartheta_i A_i)}{\sum_1^n A_i}$$

Kada se uvrste sve površine soba i temperature u njima²⁶ dobiva se prosječna temperatura zone od približno 21°C. S tom temperaturom se ulazi u proračun. Nadalje norma zahtjeva i prosječnu mjesečnu temperaturu i insolaciju za područje na kojem je smješten objekt²⁷, pa su one priložene u sljedećoj tablici:

Tablica 9. Prosječne mjesečne temperature i insolacije za područje Splita

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
Vanjska temperatura [°C]	7,6	8,2	10,5	13,9	18,7	22,5	25,4	24,9	21,4	16,9	12,3	8,9
Insolacija pod kutom od 90° [kWh/m2] JI,JZ	73	87	105	105	113	115	123	123	117	114	76	64
Insolacija pod kutom od 90° [kWh/m2] SI,SZ	18	23	37	56	89	104	103	73	40	29	19	16

²⁶ Temperatura u cijelom stanu je 20°C osim u kupaoni gdje je 24°C i hodniku gdje je izračunata stvarna temperatura od 17°C

²⁷ Područje objekta je Supetar, na otoku Braču, ali zbog nedostatka podataka kao referentno područje je uzeto najbliže veće mjesto u neposrednoj okolini, grad Split

Ostali faktori koji su korišteni u normi su nabrojani ispod, a uzeti su prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama²⁸ [13], normi HRN EN ISO 13790 i DIN V 18599.

$$n_{50} = 3 \text{ h}^{-1}$$

$$e_{\text{wind}} = 0,07$$

$$c_p \rho = 0,34 \text{ [Wh/m}^3\text{K]}$$

$$C_m = 260 A_f \text{ [KJ/K]}$$

$$b_{\text{krov}} = 0,7$$

$$b_{\text{hodnik}} = 0,4$$

$$g_{\text{gl}} = 0,6$$

$$F_C = 0,8$$

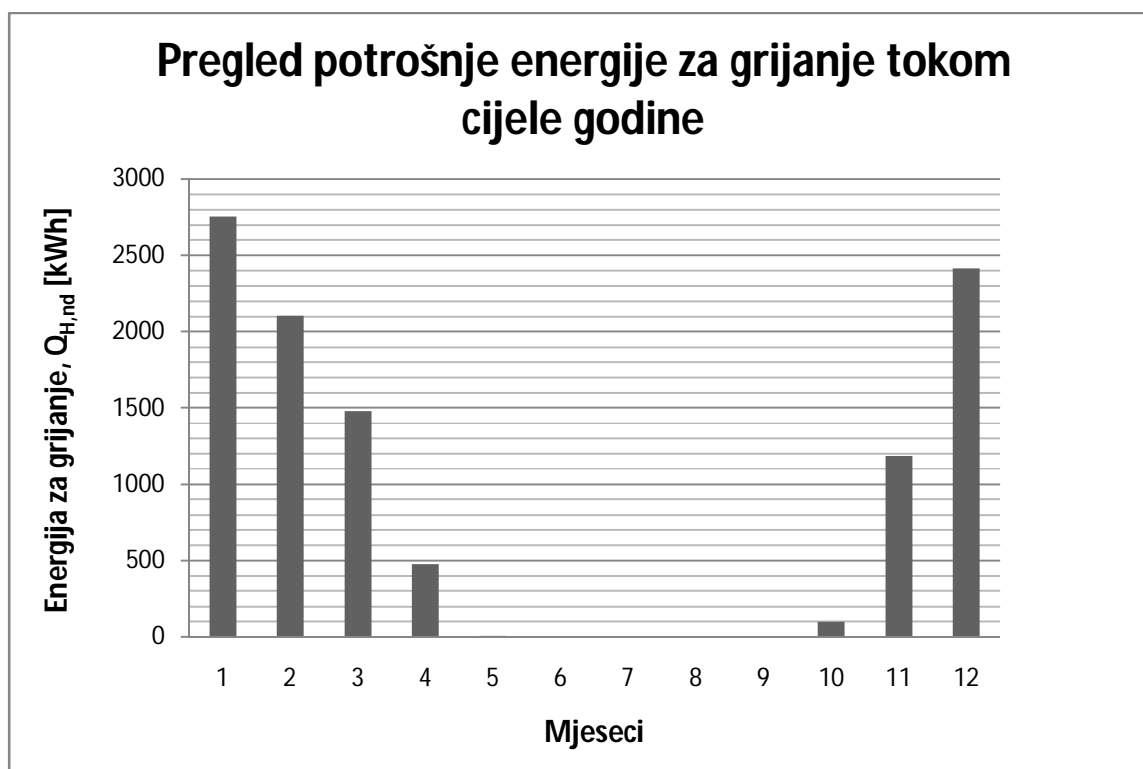
$$F_F = 0,3$$

Podaci dobiveni energetsom analizom su prikazani u tablici na sljedećoj stranici. Dijagram prikazuje energiju potrebnu za grijanje tokom godine. Podaci su prikazani u okomitom slijedu zbog bolje preglednosti rezultata.

²⁸ Narodne novine, broj 110, 2008. godina.

Tablica 10. Energija potrebna za grijanje kroz mjesece

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studen	Prosinac
Transmisijski gubitci, Q_{tr} [kWh]	3954,92	3411,60	3095,58	2020,72	665,73	-445,45	-1319,6	-1171,5	-130,01	1199,11	2479,55	3569,7
Ventilacijski gubitci, Q_{ve} [kWh]	488,60	421,48	382,44	249,65	82,25	-55,03	-163,03	-144,73	-16,06	148,14	306,33	441,01
Ukupni gubitci, Q_{ht} [kWh]	4443,52	3833,08	3478,02	2270,37	747,98	-500,48	-1482,6	-1316,2	-146,07	1347,25	2785,88	4010,71
Unutarnji dobitci, Q_{int} [kWh]	949,49	857,61	949,49	918,86	949,49	918,86	949,49	949,49	918,86	949,49	918,86	949,49
Solarni dobitci, Q_{sol} [kWh]	769,62	926,83	1199,01	1358,57	1701,14	1846,62	1912,32	1661,25	1328,06	1206,05	804,82	678,11
Ukupni dobitci, Q_{gn} [kWh]	1719,11	1784,43	2148,50	2277,43	2650,63	2765,48	2861,81	2610,74	2246,93	2155,54	1723,68	1627,60
g_H (omjer dobitaka i gubitaka)	0,387	0,466	0,618	1,003	3,544	-5,526	-1,930	-1,984	-15,383	1,600	0,619	0,406
Faktor smanjenja, $\eta_{H,gn}$	0,982	0,969	0,930	0,788	0,280	-0,181	-0,518	-0,504	-0,065	0,580	0,930	0,979
Energija za grijanje, $Q_{H,nd}$ [kWh]	2754,8	2104,5	1479,9	475,6	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	97,3	1183,4	2416,5



Dijagram 5. Potrošena energija za grijanje tokom cijele godine u kWh

Ako se zbroje energetske potrebe po mjesecima za cijelu godinu, dobiva se vrijednost od 10516,8 kWh, što predstavlja potrebu za energijom koja se troši na grijanje objekta. Kada se ta vrijednost podijeli sa površinom zone²⁹ dobiva se potrebna toplina od 41,2 kWh/m² godišnje. Taj podatak je bitan zbog svrstavanja zgrade u energetske razrede³⁰ koji se navode u energetskim certifikatima zgrada. Prema pravilniku o energetskom certificiranju stambenih zgrada ovaj objekt spada u B razred energetske učinkovitosti zgrada [13].

²⁹ Površina zone zgrade je 255,24 m²

³⁰ Energetski razred zgrade jest indikator energetskih svojstava zgrade koji se za stambene zgrade izražava preko godišnje potrebne toplinske energije za grijanje za referentne klimatske podatke svedene na jedinicu ploštine korisne površine zgrade A_k , a za nestambene zgrade preko relativne vrijednosti godišnje potrebne toplinske energije za grijanje, Narodne novine br. 36, 24.03.2010.

4.5.2 Potrebna godišnja energija za hlađenje

Da bi se točno izračunao prijelaz topline sa prizemlja u podrum koji je potreban za računanje potrebne topline za grijanje i hlađenje, potrebno je odrediti faktor smanjenja temperature razlike koji uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora ϑ_u i vanjsku projektnu temperaturu ϑ_e , kako je već u tekstu spomenuto³¹. Budući da je točna temperatura podruma nepoznata, potrebno je faktor odrediti na drugi način. Faktor smanjenja temperature razlike se može izračunati i iz sljedeće formule:

$$b_u = \frac{A_p \times k_p}{\sum(A_i \times k_i)}$$

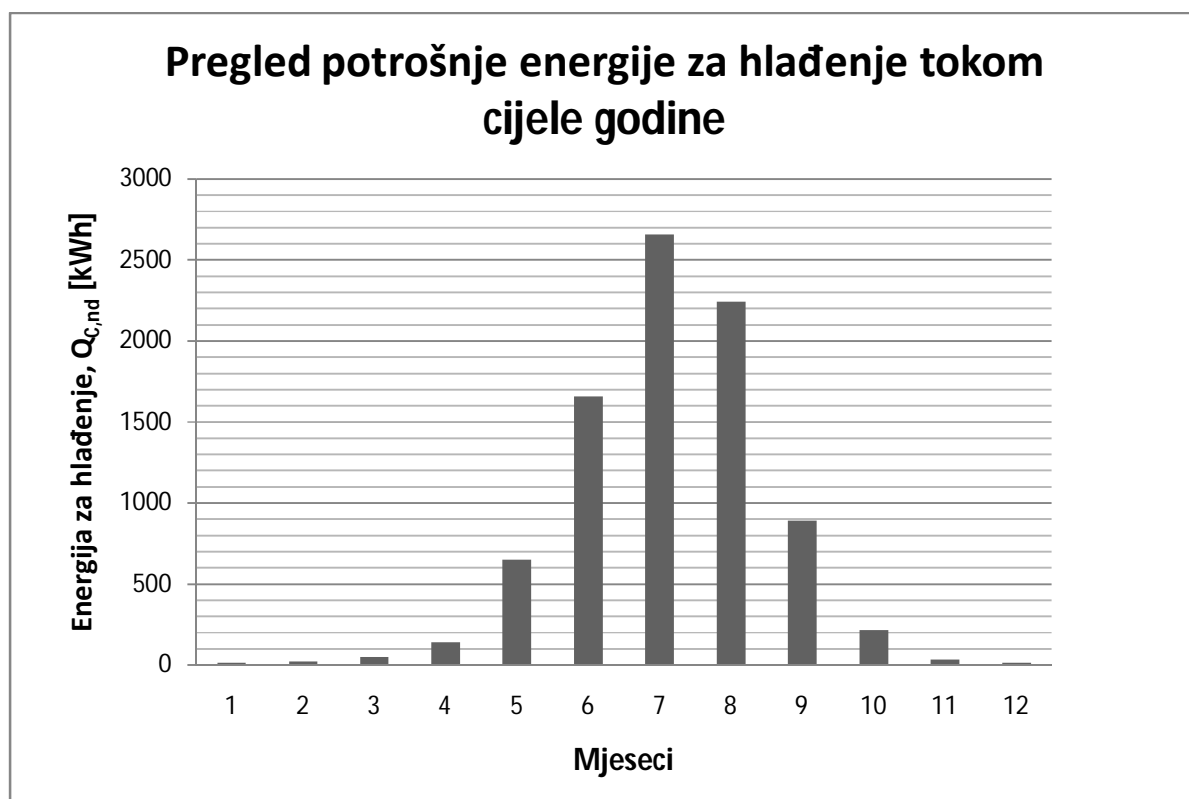
Kada se uvrste izračunate vrijednosti za koeficijente prolaza topline dobiva se vrijednost faktora smanjenja temperature razlike kroz površinu poda prizemlja od 4,27 W/m²K. Takav koeficijent se koristi kod izračuna sezone grijanja, kao i sezone hlađenja.

Podaci dobiveni energetsom analizom su prikazani u tablici na sljedećoj stranici. Dijagram prikazuje energiju potrebnu za hlađenje tokom godine. Podaci su prikazani u okomitom slijedu zbog bolje preglednosti rezultata.

³¹ Faktor smanjenja temperature razlike je obrađen u poglavlje 2.2 Unutarnja i vanjska projektna temperatura

Tablica 11. Energija potrebna za hlađenje kroz mjesece

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
Transmisijski gubitci, Q_{tr} [kWh]	5452,35	4764,11	4593,01	3469,85	2163,16	1003,68	177,79	325,96	1319,12	2696,54	3928,67	5067,13
Ventilacijski gubitci, Q_{ve} [kWh]	673,60	588,57	567,43	428,68	267,24	124,00	21,97	40,27	162,97	333,14	485,36	626,01
Ukupni gubitci, Q_{ht} [kWh]	6125,95	5352,68	5160,44	3898,52	2430,40	1127,67	199,76	366,23	1482,08	3029,68	4414,03	5693,13
Unutarnji dobitci, Q_{int} [kWh]	949,49	857,61	949,49	918,86	949,49	918,86	949,49	949,49	918,86	949,49	918,86	949,49
Solarni dobitci, Q_{sol} [kWh]	769,62	926,83	1199,01	1358,57	1701,14	1846,62	1912,32	1661,25	1328,06	1206,05	804,82	678,11
Ukupni dobitci, Q_{gn} [kWh]	1719,11	1784,43	2148,50	2277,43	2650,63	2765,48	2861,81	2610,74	2246,93	2155,54	1723,68	1627,60
g_c (omjer dobitaka i gubitaka)	0,281	0,333	0,416	0,584	1,091	2,452	14,326	7,129	1,516	0,711	0,390	0,286
Faktor smanjenja, $\eta_{C,ls}$	0,279	0,330	0,407	0,549	0,822	0,979	1,000	0,999	0,917	0,640	0,383	0,284
Energija za hlađenje, $Q_{C,nd}$ [kWh]	10,6	19,5	47,8	137,1	652,6	1661,3	2662,1	2244,7	888,1	216,8	31,4	10,7



Dijagram 6. Potrošena energija za hlađenje tokom cijele godine u kWh

Ako se zbroje energetske potrebe po mjesecima za cijelu godinu, dobiva se vrijednost od 8582,7 kWh, što predstavlja potrebu za energijom koja se troši na hlađenje objekta. Kada se ta vrijednost podijeli sa površinom zone dobiva se potrebna toplina od 33,6 kWh/m² godišnje.

4.6 Proračun solarnog zagrijavanja potrošne tople vode

Kako bi projektirali solarno zagrijavanje PTV-a potrebno je najprije odabrati tip solarnog kolektora. Za podneblje gdje je vanjska temperatura umjerena, a insolacija poprilično visoka, nije potrebno koristiti vakuumske kolektor, nego će pločasti kolektor zadovoljiti potrebe za energijom uz zadovoljavajuće niske gubitke prema okolišu. Odabran je pločasti solarni kolektor „Kaplan 2.0“ tvrtke A.C.V.³² ogrijevni sustavi d.o.o. Izmjenjivač se sastoji od bakrenih pera, bakrenih cijevi i kolektora. Bakrena pera su napravljena od 0,2 mm debelog bakra i postavljena su na svakih 120 mm. Pera su pričvršćena na bakrene cijevi promjera 8 mm, debljine 0,5 mm, te je sve to presvučeno sa TINOX plavom visokoselektivnom navlakom i na kraju vakumirano. Za izolaciju kolektora, sa donje strane postavljena je 70 mm debela kamena vuna sa zaštitnim premazom. Detaljan pregled karakteristika solarnog kolektora je dan u potonjoj tablici.

Tablica 12. Karakteristike solarnog kolektora Kaplan 2.0

MODEL jedinica	Kaplan 2.0
Visina, mm	2000
Širina, mm	1005
Dubina, mm	80
Težina, kg	45
Kapacitet vode l	0,93
Kolektorski priključci	4 x 3/4"
Maksimalni tlak, bar	10
Ukupna površina kolektora, m ²	2,01
Optička površina, m ²	1,85
Bakrena pera	
Širina, mm	120
Debljina stijenke, mm	0,2
Spojevi	ultrasonic cold
Pokrov	tincox

³² „Ateliers de Construction d’Appareils de Chauffage et de Ventilation“, tvrtka iz Belgije

Bakrene cijevi, mm	8 / 7
Kolektorska spojna bakrena cijev, mm	20 / 18
Izolacija - kamena vuna mm	70
Završna obrada	
Staklo	debljina 4 mm, transmisija 91 %
Tijelo	Anodiziran AL profil
Absorbcija %	95
Emisija %	5
Ukupni gubici, W/m ² °C	4,5
Optička iskoristivost, %	0,74
Oznaka E INTA	ML - 2.0 - T
Oznaka P INETI	KAPLAN 2.0

Za računanje ukupno dobivene topline preko solarnog sustava tokom godine korištena je *f-chart* metoda, koja služi za optimizaciju sustava solarnog zagrijavanja preko variranja veličine spremnika i broja kolektora postavljenih na krov objekta [15]. Za akumuliranje topline PTV-a odabrana su dva spremnika veličine 2x1000 litara, Sun Tank S2³³ V 1000, iz solarnog kataloga tvrtke A.C.V. Dva spremnika su bolja od jednog zbog mogućnosti bržeg odziva sustava i lakšeg servisiranja, te održavanja. Tokom perioda visoke insolacije drugi spremnik bi prihvatao višak topline solarnih panela, koja bi se koristila tokom nedostatka potrebne topline od strane Sunca.

Metoda se prvenstveno koristi za računanje faktora f koji predstavlja omjer između dobivene energije od strane solarnog sustava i stvarno potrebne energije³⁴. Budući da se faktor f mijenja tokom svih dvanaest mjeseci, potrebna je optimizacija sustava variranjem broja kolektora, odnosno ukupne korisne površine kolektora. Da bi dobili mjesečne vrijednosti faktora f potrebno je poznavati ulazne podatke koji su nabrojani u tablici 13.

³³ S2 u nazivu stoji za dvije spirale u spremniku koje su potrebne ako postoji više izvora topline za spremnik

³⁴ U zadanom projektu, stvarno potrebna energija je toplina koja je potrebna za zagrijavanje vode u spremniku od temperature hladne vode (12°C), na temperaturu tople vode (60°C)

Tablica 13. Ulazni podaci za *f-chart* metodu

Ulazni podaci	
Površina jednog kolektora, m ²	1,85
Broj kolektora, n	4
Ukupni gubitci, $F_R U_L$ [W/m ² °C]	4,5
Optička iskoristivost, $F_R(\tau\alpha)_n$	0,74
$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$	0,95
Faktor gubitaka topline do spremnika, F_R/F_R	0,96
Godišnja potreba za topline, L [kWh/m ² god]	16
Temperatura u kolektoru, T_{ref}	100
Površina zone, m ²	255,24
Standardni kapacitet spremnika, l	832,5
Odabrani volumen spremnika, l	2000
Temperatura tople vode, q_{TV} [°C]	60
Temperatura hladne vode, q_{HV} [°C]	12
Minimalna izlazna temperatura, T_w [°C]	55

Od ulaznih podataka ostala je još mjesečna vanjska projektna temperatura zraka i insolacija, koja je uzimana iz priloga Narodnih novina br.: 110, 26.09.2008, kao i u prethodnim proračunima. Insolacija je izračunata prema II strani linearnom aproksimacijom za 22°, koliki je nagib krova zgrade. Jugoistočna strana je odabrana zbog većeg iznosa insolacije u odnosu na SZ stranu, što se vidi iz tablice 14. Iz ulaznih podataka se izračunavaju bezdimenzijski parametri X i Y, koji služe za dobivanje faktora *f*. Formule za X i Y su ispisane ispod.

$$X = F_R U_L \frac{F_R'}{F_R} (T_{ref} - T_{ok}) \Delta t \frac{A_c}{L}$$

$$Y = F_R (\tau\alpha)_n \frac{F_R'}{F_R} \left| \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right| H_t N \frac{A_c}{L}$$

Tokom proračuna su uzimane određene pretpostavke kod računanja X-a i Y-a. Jedna od tih pretpostavka je da je spremnik PTV-a volumena 75 l/m² solarnih panela. Budući da je za zadani sustav odabrano po dva spremnika od 1000 litara, korekcija vrijednosti X je potrebna po sljedećoj formuli³⁵:

$$\frac{X_c}{X} = \left(\frac{\text{Stvarni kapacitet spremnika}}{\text{Standardni kapacitet spremnika}} \right)^{-0,25}$$

Dodatna korekcija vrijednosti X se provodi zbog gubitaka spremnika tople vode prema okolini po sljedećoj formuli:

$$\frac{X_{c2}}{X} = \frac{11,6 + 1,18T_w + 3,86T_m - 2,32T_a}{100 - T_a}$$

gdje je:

T_w [K] minimalna izlazna temperatura tople vode

T_a [K] temperatura okoline za svaki mjesec

T_m [K] temperatura hladne vode ~12°C

Sa izračunatim i korigiranim podacima za svaki mjesec dobiva se faktor f po sljedećoj formuli:

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

Na sljedećim stranicama nalazi se tablica koja prikazuje zadane i izračunate parametre po f-chart metodi.

³⁵ Formula vrijedi za $0,4 \leq \left(\frac{\text{Stvarni kapacitet spremnika}}{\text{Standardni kapacitet spremnika}} \right) \leq 4$

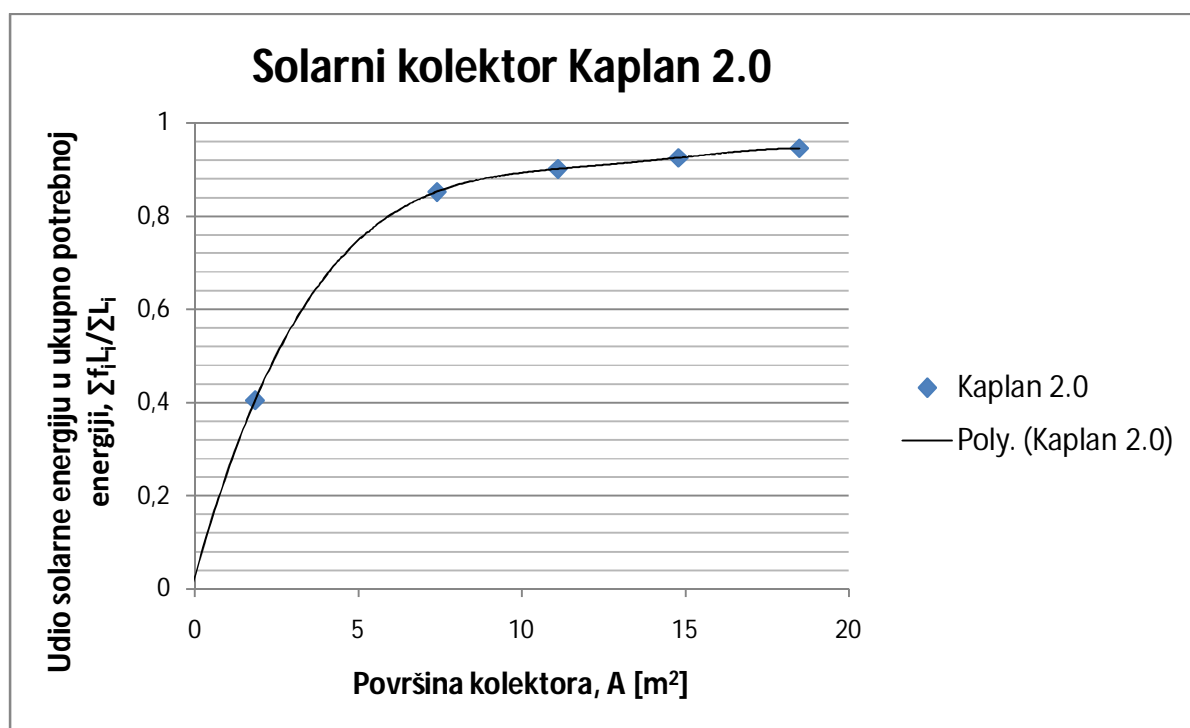
Tablica 14. Zadani parametri potrebni za izračunavanje udjela solarne energije po *f-chart* metodi

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
Vanjska temperatura [°C]	7,6	8,2	10,5	13,9	18,7	22,5	25,4	24,9	21,4	16,9	12,3	8,9
Insolacija pod kutem od 22° [kWh/m²] JI,JZ	70,24	92,46	132,28	154,15	186,96	202,48	212,44	190,02	153,96	125,17	75,09	60,13
Insolacija pod kutem od 22° [kWh/m²] SI,SZ	35,83	53,50	95,48	129,94	173,13	195,50	200,02	163,87	114,15	75,17	39,41	29,91
Broj dana u mjesecu	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Broj sati u mjesecu	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
Broj sekundi u mjesecu, t [s]	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400

Tablica 15. Izračunati parametri po *f-chart* metodi

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
Mjesečna potreba za toplinom, L, [MJ/mj]	1248,65	1127,81	1248,65	1208,37	1248,65	1208,37	1248,65	1248,65	1208,37	1248,65	1208,37	1248,65
Omjer gubitaka topline kolekt. i L, X	6,336	6,295	6,137	5,904	5,575	5,314	5,116	5,150	5,390	5,698	6,014	6,247
Korekcija zbog veličine spremnika, X_{C1}	4,599	4,569	4,454	4,285	4,046	3,857	3,713	3,738	3,912	4,136	4,365	4,534
Korekcija zbog gubitaka spremnika, X_{C2}	5,235	5,166	4,900	4,508	3,954	3,515	3,180	3,238	3,642	4,161	4,693	5,085
Omjer apsorbirane topline kolekt. i L, Y	1,011	1,474	1,905	2,294	2,692	3,013	3,059	2,736	2,291	1,802	1,117	0,866
Ukupni faktor dobivene energije, f	0,521	0,766	0,944	1,074	1,185	1,258	1,282	1,230	1,117	0,945	0,608	0,437
Realni faktor dobivene energije, f_{realno}	0,521	0,766	0,944	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,945	0,608	0,437
Suma maks. dobivene energija kolektora, $\sum f_i L_i$ [MJ/mj]	651,02	863,38	1179,15	1298,06	1479,87	1520,17	1600,83	1535,97	1349,92	1180,30	735,23	545,92

Variranjem broja kolektora, odnosno njihovih površina, dobivaju se različiti konačni rezultati. Ti rezultati su najjasnije vidljivi ako ih prikažemo u dijagramu, koji na svojoj ordinati prikazuje udio solarne energije u ukupno potrebnoj energiji sustava PTV-a, dok se na apscisi prikazuje površina kolektora. Takav dijagram je prikazan ispod, sa svim potrebnim parametrima.

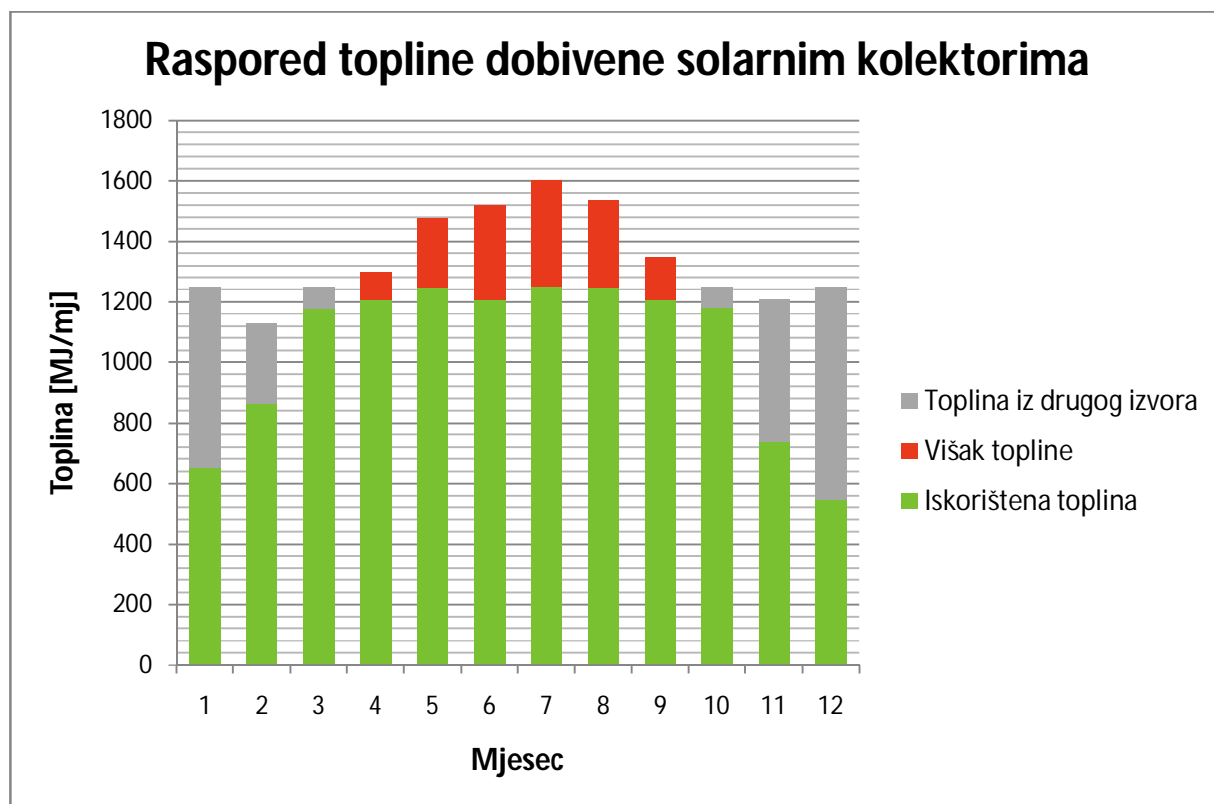


Dijagram 7. Ovisnost udjela solarne energije u ukupno potrebnoj energiji o površini kolektora

Iz dijagrama je vidljivo da je odabrani broj kolektora optimalan. Uzevši četiri kolektora za pokrivanje potreba za PTV-om dobivena je ukupna optička površina kolektora od 7,4 m². Ukupni godišnji udio solarne energije za gornju površinu je izračunat, ali i vidljiv iz dijagrama, a iznosi 0,852. Daljnje povećavanje broja kolektora nema značajan utjecaj na dobivenu energiju iz kolektora, ali ima golemi utjecaj na cijenu investicije. Iz dijagrama je vidljivo kolika je površina kolektora isplativa³⁶, te koliki udio energije će pokrivati zadani broj kolektora. Manja površina kolektora je također neisplativa, zbog evidentnog povećanja udjela solarne energije u ukupnoj

³⁶ Isplativa površina kolektora se nalazi na mjestu gdje druga derivacija krivulje gornjeg dijagrama iznosi otprilike 0

energetskoj bilanci. Za odabrani broj kolektora, te njihovu površinu, godišnja analiza *f-chart* metodom se može najjednostavnije prikazati potonjim dijagramom.



Dijagram 8. Mjesečni prikaz pokrivanja energije za zagrijavanje PTV-a iz dva izvora

Na dijagramu je jasno vidljivo koliko se razlikuje potrebna toplina za potrošnu toplu vodu od mogućnosti dobivanja topline preko solarnih kolektora. Tokom zimskih mjeseci sustav će morati raditi sa sekundarnim izvorom topline³⁷ kako bi pokrio cijelokupnu potrebnu za potrošnom toplom vodom, dok će za vrijeme ljetnih mjeseci sustav imati višak topline koji će morati odvoditi u drugi spremnik predviđen za ugradnju u sustavu. Ako nam sekundarni izvor topline nebi bio dostupan, iskorištenu toplinu iz solarnih kolektora moguće je okvirno uskladiti sa potrebnom toplinom za zagrijavanje tople vode, tako da se solarni kolektori postave pod kutem³⁸

³⁷ Sekundarni izvor topline je kondenzacijski kotao ili električna grijalica u obliku spirale

³⁸ Optimalni kut za zimsko razdoblje iznosi oko 65°C i prikazan je u tablici 1. poglavlja 2.3 *Solarno zagrijavanje potrošne tople vode*

koji je optimalan za zimske mjesece. U našem slučaju izgradnja posebne konstrukcije za postavljanje kolektora pod optimalnim kutem, koja bi trebala izdržati nalete vjetra i ostale vremenske uvjete, bila bi preskupa investicija. Toj investiciji bi se također nadodala cijena dodatnih kolektora zbog smanjenog apsolutnog učina pod tako strmim kutom.

4.7 Odabir ogrijevnih i rashladnih uređaja

Ogrijevni uređaji, koja će se koristiti kao izvor topline tokom zimskih mjeseci, odabrani su iz ponude tvrtke Vaillant, zbog lakše ekonomske usporedbe. I kod kondenzacijskog kotla i kod dizalice topline potrebno je izabrati ogrijevni uređaj sa integriranim sustavom za pripremu PTV-a, zbog zimskih perioda tokom kojih je solarna insolacija nedostatna da bi se stvorila toplina za pokrivanje vršnih potreba za potrošnom toplom vodom.

4.7.1 Odabir kondenzacijskog kotla

Prva verzija grijanja je grijanje na plin korištenjem kondenzacijskog kotla sa temperaturama tople vode 40/30°C. Iz toplinskih gubitaka zgrade tokom sezone grijanja³⁹ dobivamo podatak o potrebnoj snazi kotla. Prema izračunatim podacima odabran je kotao Vaillant ecoVIT VKK 226 nazivnog toplinskog učina od 5,1 do 22,5 kW [20]. Neki osnovni tehnički podaci su prikazani u tablici 16.

Kotao koristi ukapljeni naftni plin iz podzemnog spremnika volumena 4850 litara, ili 2000 kg, unajmljen od tvrtke PROplin d.o.o. Podzemni spremnik je odabran zbog mnogih prednosti u odnosu na nadzemni, a to su: konstantno isparivanje plina, nema negativnih temperaturnih i toplinskih utjecaja, dvostruko smanjena udaljenost ugradnje, poboljšani ekološki uvjeti i poboljšana estetska obilježja vanjskog prostora. Također je moguće iskoristiti prostor iznad spremnika za druge svrhe.

³⁹ Toplinski gubici tokom sezone grijanja izračunati su u poglavlju 4.4 *Projektni toplinski gubici objekta prema HRN EN 12831*

Tablica 16. Tehnički podaci odabranog kondenzacijskog kotla

Tip uređaja: ecoVIT	Jedinice	VKK 226
Nazivni toplinski učin (na 40/30°C)	kW	5,1-22,5
Nazivni toplinski učin (na 60/40°C)	kW	4,9-21,5
Nazivni toplinski učin (na 80/60°C)	kW	4,8-21,0
Nazivno toplinsko opterećenje	kW	4,8-21,0
Opseg modulacije	%	20
Stupanj iskoristivosti na 40/30°C	%	110
Stupanj iskoristivosti na 75/60°C	%	106
Vrijednost dimnih plinova		
Temperatura dimnih plinova (40/30°C)	°C	40
Maksimalna temperatura d.p.	°C	70
Maksimalni protok d.p.	g/s	10
NO _x klasa		5
NO _x emisija	mg/kWh	<20
Količina kondenzirane vode (40/30°C)	l/h	2,2
pH-vrijednost, cca		3,4
Otpor na strani vode na $\Delta T = 20^\circ\text{C}$	mbar	3,5
Otpor na strani vode na $\Delta T = 10^\circ\text{C}$	mbar	14
Polazna temperatura, maksimalna	°C	85
Dopušteni radni pretlak	bar	3,0
Dimenzije uređaja		
Visina	mm	1257
Širina	mm	570
Dubina	mm	691
Masa u praznom stanju	kg	100
Sadržaj vode	l	100
Ukupna masa	kg	200

4.7.2 Odabir rashladnih jedinica

Tokom ljetnih mjeseci, u izvedbi kotlovnice sa kondenzacijskim kotlom, potrebno je odvoditi toplinu pomoću rashladnih jedinica u izvedbi split sustava, koje su postavljene u svaki od šest stanova. Izabrana je rashladna jedinica Toshiba RAS 107SAV-E3 AvAnt [17]. Detaljniji podaci o pojedinom split sustavu se nalaze u tablici 17.

Tablica 17. Tehnički podaci o rashladnoj jedinici

Tip uređaja Toshiba	Jedinica	RAS 107SAV-E3 AvAnt
Kapacitet hlađenja	kW	2,5 (1,1 - 3,0)
Energetska klasa hlađenja		A
Snaga el. priključka	kW	0,76
Kapacitet grijanja	kW	3,2 (0,9 - 4,1)
Energetska klasa grijanja		A
Snaga el. priključka	kW	0,87
Unutarnja jedinica		
Razina buke	dB	38/33/29
Dimenzije (V x Š x D)	mm	250 x 740 x 195
Masa unutarnje jedinice	kg	8
Vanjska jedinica		
Dimenzije (V x Š x D)	mm	530 x 660 x 240
Područje rada	°C	15 - 43(hlađenje), -10 - 24(grijanje)
Masa vanjske jedinice	kg	27
Kompresor		istosmjerni rotacioni klipni
Radna tvar		R-410A
Maksimalna duljina cjevovoda	m	10
Maksimalna visinska razlika	m	8
Prednapunjena duljina cijevi	m	10
Grijanje kod vanjske temperature	°C	-10

4.7.3 Odabir dizalice topline

Za sekundarnu izvedbu sustava izabrana je dizalica topline tvrtke Vaillant, geoTHERM VWS 141/2 nazivnog toplinskog učina 13,8 kW koji pokriva potrebe grijanja. Tokom perioda hlađenja dizalica topline ima mogućnost pasivnog hlađenja, koja omogućuje hlađenje objekta u kombinaciji sa sustavom podnog i zidnog grijanja. Funkcija pasivnog hlađenja je funkcija bez rada kompresora tijekom koje se u ljetnim mjesecima kroz polazni vod npr. podnog grijanja provodi medij koji je na sebe preuzeo temperaturu zemlje⁴⁰ i čija je temperatura u polaznom vodu znatno niža od temperature zraka u prostoriji. Za vrijeme funkcije hlađenja utrošak energije predstavlja samo pogon cirkulacijske pumpe, pa je ovaj način hlađenja najštedljiviji i najprihvatljiviji. Kod pasivnog hlađenja potrebno je voditi računa o mogućem dostizanju točke rosišta u unutarnjem zraku, što bi rezultiralo stvaranjem kapljica na unutarnjim plohama prostorija. Pri temperaturi zraka od 25 °C i relativnoj vlažnosti od 70 %, točka rosišta se dostiže tek pri temperaturi od 19 °C [16]. U prosjeku, u kući vlada relativna vlažnost zraka od 50 - 55 %⁴¹, tako da ne dolazi do točke rosišta prilikom temperature polaznog voda od 19°C. Detaljniji prikaz osnovnih tehničkih podataka je prikazan u tablici 18.

Tablica 18. Tehnički podaci odabrane dizalice topline

Tip udedaja geoTHERM	Jedinica	VWS 141/2
Grijanje, učin (B0/W35, $\Delta T=5K$)	kW	13,8
Dovedena snaga	kW	3,2
Učinski koeficijent		4,3
Grijanje, učin (B0/W55, $\Delta T=5K$)	kW	13,6
Dovedena snaga	kW	4,6
Učinski koeficijent		2,9
Učinski koeficijent pasivnog hlađenja		6,1
Dizalica topline – nazivni učin	kW	3,5
Električni učin dodatnog grijanja	kW	6,0

⁴⁰ Temperatura zemlje varira od 7-12°C ovisno o dubini, rasporedu podzemnih voda i konfiguraciji tla

⁴¹ U skladu sa normama EN 814 T1 - T3 i DIN 1946, ne bi se smjela prekoračiti gornja relativna vlažnost zraka od 65 %

Ukupno	kW	9,4
Sigurnosni tip C	A	3x25
Nazivni volumni protok kruga grijanja	l/h	2371
Preostala visina dobave grijanja, $\Delta T=5K$	mbar	345
Nazivni volumni protok kruga izvora topline	l/h	3334
Preostala visina dobave izvora topline, $\Delta T=5K$	mbar	252
Temperatura kruga grijanja (min./maks.)	°C	25/62
Temperatura kruga izvora topline (min./maks.)	°C	-10/20
Maksimalni radni tlak - krug grijanja	bar	3
Maksimalni radni tlak - krug izvora topline	bar	3
Rashladna sredstva		
Tip		R407C
Količina	kg	2,9
Dopušteni radni tlak	MPa	2,9
Kompresor		
Tip		Scroll
Ulje		Ester
Količina ulja	l	1,89
Razina buke	dB	52
Dizalica topline - dimenzija		
Visina	mm	1200
Širina	mm	600
Dubina	mm	835
Težina	kg	179

4.8 Izvedba podnog i zidnog grijanja/hlađenja

Kod odabira podnog i zidnog grijanja korištene su smjernice tvrtke Rehau d.o.o. koja se bavi proizvodnjom takvih sistema. Na njihovim internetskim stranicama se može pronaći više informacija o postupcima koji se izvode u podnom/zidnom grijanju i hlađenju [19]. Za zidno i podno grijanje je pretpostavljena okvirna vrijednost prijelaza topline od 75 W/m^2 , dok za hlađenje pretpostavljena vrijednost iznosi 35 W/m^2 . Ti podaci su dobiveni iz dijagrama proizvođača, Rehau d.o.o. Velika razlika u grijanju i hlađenju je razumljiva, ako se uzme u obzir razlika temperatura vode u cijevima i zraka u prostoriji za ta dva slučaja. Kod grijanja, srednja temperatura vode od 35°C grije zrak temperature 20°C , dok kod hlađenja, srednja temperatura vode od $17,5^\circ\text{C}$ hladi zrak temperature 26°C . Kada se oduzmu razlike tih temperatura dobiva se apsolutna vrijednost nadtemperature za grijanje od 15° i podtemperature za hlađenje od $8,5^\circ\text{C}$. Iz razlika tih vrijednosti proizlaze razlike u prijelazu topline kod grijanja i hlađenja.

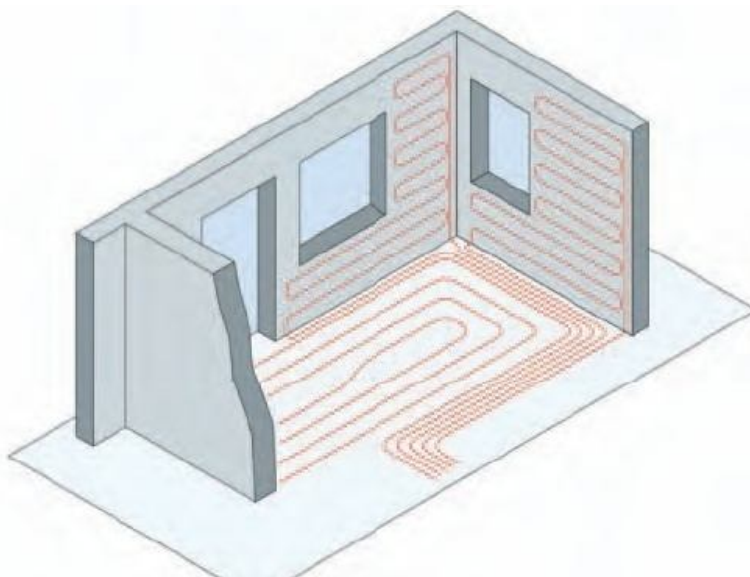


Slika 6. Primjer izvedbe Rehau Tacker sustava

Za podno grijanje/hlađenje odabran je Rehau Tacker sustav. Rehau Tacker ploča sastoji se od stiropora koji jamči vrijednost toplinske izolacije i izolacije zvuka pri hodanju. Ploča je obložena sa voodopornom i na trganje otpornom PE-mrežastom folijom koja vrši brtvljenje protiv vode iz

estriha i vlage. Uzdužni preklop folije sprječava toplinske i zvučne mostove. Prednosti Tacker ploče su: brzo polaganje, visoka fleksibilnost polaganja, prikladnost za tekući estrih te kombinirana toplinska i zvučna izolacija. Podni dio grijanja/hlađenja je izveden kao dvostruki meandar sa integrirano zgusnutom rubnom zonom, sa razmakom polaganja od 75 mm do 150 mm. To se izvodi na taj način zbog uniformnije raspodjele temperature u prostoriji. Cijevi su promjera 14x1,5 mm.

Za zidno grijanje/hlađenje korištena je Rehau stezna tračnica. Stezna tračnica se montira na zid i služi za stabiliziranje cijevi u mokrom načinu ugradnje. Na torziju otporne osnovnostezne šine imaju širinu 4 mm, pri ukupnoj visini elemenata za pridržavanja od 13 mm. Prednosti takve izvedbe su: brzo i fiksno polaganje cijevi, fleksibilna mogućnost povezivanja, mala debljina žbuke, sigurno fiksiranje cijevi i mogućnost stropnog postavljanja. Cijevi, nazivnog promjera 10,1x1,1 mm, su složene u jednostruki meandar sa razmakom polaganja od 75 mm. Priključni vodovi do razdjelnika grijaćih krugova izrađuju se sa cijevima promjera 17x2,0 mm. Slika 4. prikazuje primjer kombinacije zidnog i podnog grijanja/hlađenja prostorije.



Slika 7. Shema Rehau zidnog i podnog grijanja/hlađenja

5. Tehnički opis sustava

Unutar idejnog projekta analizirana su dva rješenja za kotlovnice. Kotlovnica se nalazi u sjeveroistočnom dijelu zgrade, u podrumu. Prostorija kotlovnice je površine $18,54 \text{ m}^2$ i visine 277 cm . Raspored elemenata unutar kotlovnice je izrađen prema preporukama Vaillant tehničke službe. Za izabranu dizalicu topline VWS 141/2, koja ima $2,9 \text{ kg}$ radne tvari R407C, potreban minimalni radni prostor za postavljanje iznosi $9,4 \text{ m}^3$, zbog eventualnog curenja radne tvari iz sustava. Volumen kotlovnice sa oduzetim volumenom elemenata iznosi oko 42 m^3 i premašuje zadani minimalni prostor.

5.1 Izvedba sa kondenzacijskim kotlom

U prvom slučaju za izvor topline predviđen je kondenzacijski kotao, koji radi u niskotemperaturnom režimu i daje potrebnu toplinu za zidno i podno grijanje. Odabran je kondenzacijski kotao tvrtke Vaillant, ecoVIT VKK 226⁴², maksimalnog učina grijanja od $22,5 \text{ kW}$. Kotao se opskrbljuje ukapljenim naftnim plinom iz podzemnog spremnika koji je volumena 4850 litara ⁴³. Izgaranje plina pretvara se u toplinu kojom se pokrivaju svi toplinski gubici prema okolini tokom zimskog perioda. Kotao također služi za dogrijavanje potrošne tople vode, kada je to potrebno. Za hlađenje objekta tokom ljeta predviđena je ugradnja rashladnih uređaja u izvedbi split sistema, koji rade na principu toplinske crpke sa izmjenom topline između unutarnjeg i vanjskog zraka. Predviđeno je da svaki stan ima svoju rashladnu jedinicu, sa jednom unutarnjom jedinicom u dnevnom boravku, a vanjskom jedinicom smještenom na sjeverozapadnu plohu zgrade. Kada bi postavljali više unutarnjih jedinica, dobili bi bolji raspored temperatura u stanu, ali bi investicija bila puno veća. Zbog toga taj slučaj nije uzet u obzir. Odabrana je Toshiba RAS 107SAV-E3 AvAnt⁴⁴, nazivnog učina $2,5 \text{ kW}$ ⁴⁵, kao referentna rashladna jedinica.

⁴² Vidi poglavlje 4.7.1 *Odabir kondenzacijskog kotla*

⁴³ Kapacitet spremnika je odabran za broj punjenja spremnika od dva puta godišnje, iz ponude tvrtke PROplin d.o.o. [18]

⁴⁴ Vidi poglavlje 4.7.2 *Odabir klimatizacijskih jedinica*

⁴⁵ Nazivni toplinski učin rashladne jedinice je izmjeren pri temperaturi vanjskog zraka od 35°C i 27°C unutarnjeg zraka u prostoriji

Podno grijanje je projektirano u svim prostorijama objekta uz pomoć priručnika tvrtke Rehau d.o.o. Korišten je Tacker sustav za polaganje cijevi sa razmakom polaganja od minimalnih 75 mm do maksimalnih 150 mm. Niskotemperaturno podno grijanje radi u režimu 40/30°C. U prostorijama kojima je potrebno dodatno zagrijavanje instalirano je i niskotemperaturno zidno grijanje uz pomoć stezne tračnice, koja se montira na zid i služi za pridržavanje cijevi u mokrom načinu ugradnje. Prostorije kojima je potrebno dodatno grijanje su prostorije sa dva vanjska zida, kao što su dnevna soba sa kuhinjom i spavaća soba. Zidna izvedba grijanja se postavlja na vanjske zidove, zbog ujednačenja temperature u prostoriji, odnosno zbog toplinske ugodnosti. Temperatura zraka tokom perioda grijanja postavljena je na 20°C. Detaljno spajanje podnog i zidnog grijanja je prikazano crtežom u prilogu.

Sve vanjske cijevi u sustavu trebaju biti toplinski izolirane zbog smanjenja gubitaka topline tokom strujanja vode kroz njih. Debljine cjevovoda su uzete iz priručnika proizvođača. Ekspanzijske posude i pumpe sustava uzete su prema preporuci tehničke službe u Vaillant, u okviru idejnog projekta sustava. Detaljniji prikaz opreme je prikazan u shemi sustava u prilogu. Zrakodimovodni kanal kondenzacijskog kotla, debljine 125 mm, proveden je sa vanjske strane zgrade.

5.2 Izvedba sa dizalicom topline

Drugi slučaj obuhvaća toplinsku crpku sa geotermalnim sondama kao izvorom topline. Dizalica topline služi za podno i zidno grijanje tokom ljeta. Za vrijeme perioda hlađenja dizalica topline radi u pasivnom načinu rada, gdje se rasolina iz geotermalnih sondi direktno koristi za hlađenje vode u sustavu. To je moguće zbog relativno male oscilacije temperature zemlje ispod 2 m, koja se kreće od 7 do 12°C. Takav način rada je najekonomičniji rad dizalice topline.

Odabrana je dizalica topline istog proizvođača, Vaillant geoTHERM VWS 141/2⁴⁶, zbog bolje ekonomske usporedbe u nastavku. Dizalica topline, nazivnog učina 13,8 kW⁴⁷, služi i za

⁴⁶ Vidi poglavlje 4.7.3 *Odabir dizalice topline*

⁴⁷ Nazivni učin je izmjeren kod temperature rasoline u isparivaču od 0°C i temperature zagrijavane vode u kondenzatoru od 35°C

dogrijavanja potrošne tople vode, kao i kotao. Osim izvora topline, nema neke veće razlike između dva sustava. Spajanje na sustav podnog/zidnog grijanja je jednako u oba slučaja, kao i spoj na pločastim izmjenjivačem za zagrijavanje PTV-a. Detaljni prikaz spajanja obadva slučaja je prikazan shemama u prilogu.

Podno grijanje i hlađenje je projektirano u svim prostorijama objekta uz pomoć priručnika tvrtke Rehau d.o.o. Korišten je Tacker sustav za polaganje cijevi sa razmakom polaganja od minimalnih 75 mm do maksimalnih 150 mm. Niskotemperaturno podno grijanje radi u režimu 40/30°C, dok se visokotemperaturno hlađenje izvodi sa vodom temperature 16/19°C. U prostorijama kojima je potrebno dodatno zagrijavanje ili hlađenje tokom ljetnog perioda, instalirano je i zidno grijanje/hlađenje uz pomoć stezne tračnice, koja se montira na zid i služi za pridržavanje cijevi u mokrom načinu ugradnje. Prostorije kojima je potrebno dodatno grijanje/hlađenje su prostorije sa dva vanjska zida, kao što su dnevna soba sa kuhinjom i spavaća soba. Zidna izvedba grijanja/hlađenja⁴⁸ se postavlja na vanjske zidove, zbog ujednačenja temperature u prostoriji, odnosno zbog toplinske ugodnosti. Određena temperatura unutrašnjeg zraka tokom ljetnog razdoblja je 26°C, dok je tokom perioda grijanja temperatura zraka postavljena na 20°C. Detaljni prikaz spajanja podnog i zidnog grijanja/hlađenja je prikazan crtežom u prilogu.

Sve cijevi u sustavu trebaju biti toplinski izolirane zbog smanjenja gubitaka topline tokom strujanja vode kroz njih. Debljine cjevovoda su uzete iz priručnika proizvođača. Ekspanzijske posude i pumpe sustava uzete su prema preporuci tehničke službe u Vaillant-u, u okviru idejnog projekta sustava. Detaljniji prikaz opreme je prikazan u shemi sustava u prilogu.

5.3 Zagrijavanje potrošne tople vode

Zagrijanje potrošne tople vode je projektirano preko zagrijavanja solarnih kolektora, koji su smješteni na krovu objekta. *F-chart* metodom izračunata je potrebna površina od četiri solarna

⁴⁸ Vidi poglavlje 4.8 Izvedba podnog i zidnog grijanja/hlađenja

kolektora tvrtke A.C.V., Kaplan 2.0⁴⁹, koji su spojeni serijski zbog veće izlazne temperature. Cirkulacijska pumpa pogoni rasolinu kroz kolektore, sve do spremnika potrošne tople vode. Predviđena su dva spremnika od 1000 litara, A.C.V. SunTank S2 V1000, zbog bržeg odziva sustava i akumulacije topline kada je to potrebno. Dogrijavanje se vrši preko pločastog izmjenjivača topline Danfoss XB 04, smještenog unutar kotlovnice. Izmjenjivač je zagrijavan sa toplom vodom od oko 65°C od strane kotla ili dizalice topline, ovisno o odabranom izvoru. Izmjenjivač je spojen samo sa jednim spremnikom, zbog toga što je predviđeno da je jedan spremnik dovoljan za pokrivanje potrošnje tople vode unutar objekta. Minimalna temperatura potrošne tople vode je 55°C, dok je željena temperatura vode u spremniku 60°C.

5.4 Regulacija sustava

Regulacija je izvedena preko Vaillantovog sustava auroMATIC 620, na koji su svi temperaturni osjetnici spojeni. Ako je temperatura u povratu iz solarnih kolektora veća od temperature u donjem dijelu prvog spremnika S2 V1000, koja se mjeri sa jednim od tri vertikalno postavljena temperaturna osjetnika tipa SPF, tada regulator auroMATIC uključuje pumpu solarnog sustava, koja se nalazi u solarnoj stanici i zagrijava vodu u donjem dijelu spremnika. Dolazna temperatura hladne vode je pretpostavljena na iznos od 12°C. Ukoliko solarno zračenje nije dovoljno jako, pa je temperatura na vrhu spremnika, koja se očitava sa drugim temperaturnim SPF osjetnikom, manja od minimalno postavljene temperature polazne tople vode od 55°C, regulator šalje signal cirkulacijskoj pumpi. Pumpa cirkulira vodu prema pločastom izmjenjivaču zagrijavanom od strane vode iz kotla ili dizalice topline. Regulator također upravlja i troputnim mješajućim ventilom u krugu tople vode izmjenjivač-spremnik. Regulator preko ventila određuje da li se povratna voda iz spremnika uzima sa dna ili sa sredine spremnika⁵⁰. Ta regulacija se vrši uz pomoć trećeg SPF osjetnika temperature, koji je smješten u sredinu spremnika PTV-a. Uključuje se i pumpa koja spaja izvor topline sa izmjenjivačem i dolazi do dodatnog zagrijavanja tople vode u spremniku na željenu temperaturu.

⁴⁹ Vidi poglavlje 4.6 *Proračun solarnog grijanja potrošne tople vode*

⁵⁰ Zbog bržeg odziva sustava projektirana je mogućnost postepenog zagrijavanja spremnika PTV-a. Prvo se zagrijava gornji dio, jer je voda tu najtoplija i ne miješa se sa ostatkom vode u spremniku. Tako se postiže brži odziv kod uključivanja sustava u rad.

Kada je prvi spremnik zagrijan na zadanu temperaturu od 65°C, troputni miješajući ventil prebacuje smjer strujanja solarnog fluida na drugi spremnik istog kapaciteta, S2 V1000. To se događa u periodima visoke insolacije, zbog očuvanja sustava od pregrijanja i akumulacije viška dobivene topline iz solarnih kolektora. Tada nije potrebno koristiti dodatno zagrijavanje potrošne tople vode putem kondenzacijskog kotla ili dizalice topline. Toplina pohranjena u drugi spremnik može se iskoristiti sljedeći dan, za vrijeme perioda niske insolacije ili tokom noći.

Upravljanje podnim i zidnim grijanjem se vrši preko pumpi Wilo Stratos ECO, koje su spojene na regulator temperaturnih osjetnika VR10 unutar svake prostorije i troputnih miješajućih ventila za strujanje tople vode direktno u povratni vod. Predviđena unutarnja temperatura u periodu grijanja je 20°C. Ako je temperatura u prostoriji veća od 20°C, regulator postavlja troputni miješajući ventil, tako da se topla voda spaja sa povratnim vodom bez ulaska u petlju podnog grijanja. Kada temperatura u prostoriji počne padati i približavati se 20°C, miješajući ventil prebacuje tok tople vode kroz cijevi podnog i zidnog grijanja.

Kod hlađenja imamo dva slučaja. Prvi je upotreba rashladnih jedinica koje se reguliraju ručnim uređajem u svakom zasebnom stanu. Drugi je hlađenje preko pasivnog iskorištenja dizalice topline. U tom slučaju hlađenje je regulirano isto kao i grijanje, preko temperaturnih osjetnika VR10 i regulacije protoka preko troputnog miješajućeg ventila. Predviđena unutarnja temperatura prostora u periodu hlađenja je 26°C.

6. Ekonomska analiza i usporedba sustava

Ekonomska analiza je provedena kao usporedba dva idejna sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade. Prvi sustav se sastoji od kondenzacijskog kotla za zagrijavanje vode, koja se koristi za podno i zidno grijanje prostorija. Hlađenje se vrši preko rashladnih jedinica, dok se potrošna topla voda zagrijava solarnim kolektorima smještenim na krovu zgrade. Drugi sustav se razlikuje od prvoga samo po dizalici topline koja se koristi kao toplinski izvor. Dizalica topline se koristi i za pasivno hlađenje objekta. U analizi su uspoređene samo razlike između investicijskih troškova dvaju sustava te njihovi pogonski troškovi na godišnjoj osnovi. Prije prikaza cijene utrošene energije sustava potrebno je prikazati ukupnu potrebnu energije za grijanje, hlađenje i zagrijavanja potrošne tople vode.

Tablica 19. Godišnji utrošak energije objekta

Godišnji utrošak energije	[kWh]
Dodatno zagrijavanje PTV-a	604,378
Hlađenje objekta	8582,688
Grijanje objekta	10516,780

Ti podaci su potrebni kod izračunavanja pogonskih troškova za oba sustava. Cijene investicijskih troškova su dobivene od strane prodavača opreme: Klima centar, Termocommerce i Petrokov. Investicijski i pogonski troškovi za oba slučaja prikazani su tablicama na sljedećim stranicama.

Tablica 20. Investicijski i pogonski troškovi izvedbe sa kondenzacijskim kotlom

Investicijski troškovi:			Cijena [kn]
Kotao ecoVIT VKK 226			21586,1
Klima jedinice (6 kom.)			28162,08
Pogonski troškovi, ljeto:	Dobivena energ. [kWh]	Utrošena energ. [kWh]	Cijena [kn]
Klima jedinice (6 kom.)	8582,688	2540,476	1789,003
Pogonski troškovi, zima:	Dobivena energ. [kWh]	Utrošena energ. [kWh]	Cijena [kn]
Kotao ecoVIT VKK 226	10516,780	11070,295	5191,968
Priprema PTV-a	604,378	711,033	333,474
Najam plinskog spremnika	/	/	4730,400
Suma investicijskih troškova			49748,180
Suma pogonskih troškova			12044,846
Ukupna suma troškova			61793,026

Tablica 21. Investicijski i pogonski troškovi izvedbe sa dizalicom topline

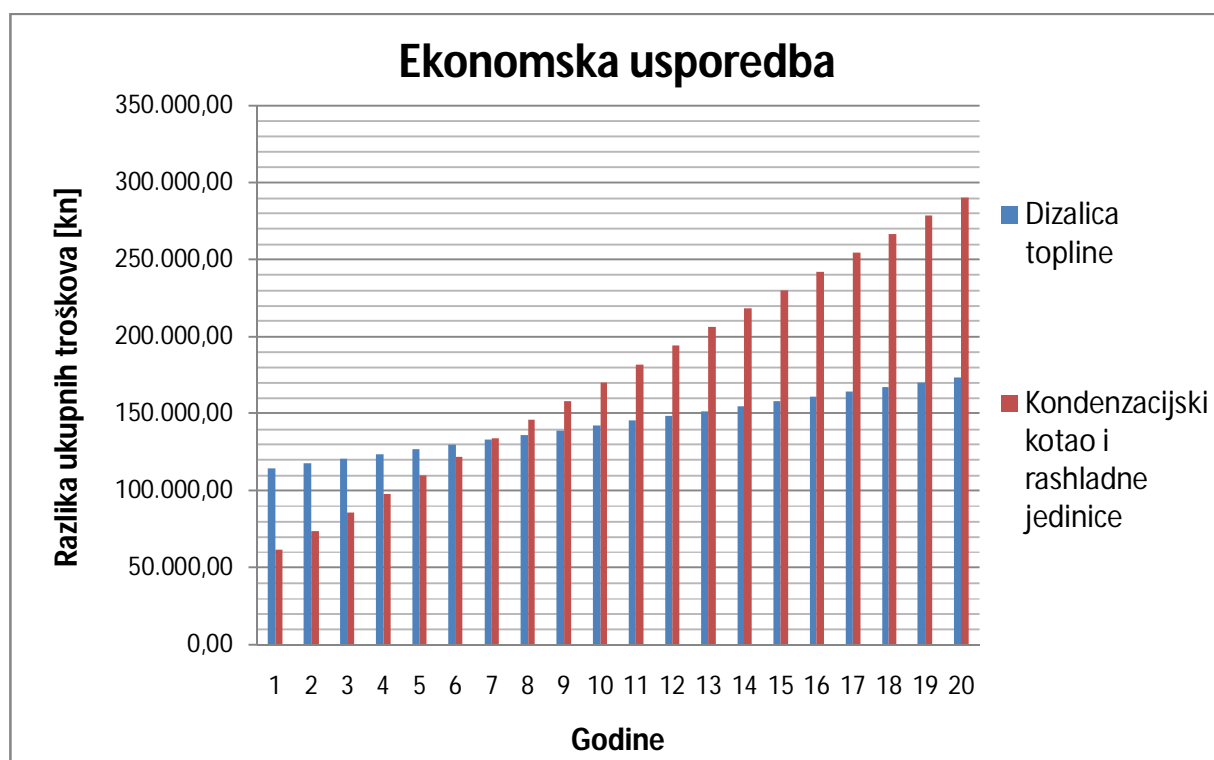
Investicijski troškovi:			Cijena [kn]:
Dizalica geoTHERM VWS 141/2			55363,2
Iskopavanje rupa za izmjenjivače (2X80m)			56000
Pogonski troškovi, ljeto:	Dobivena energ. [kWh]	Utrošena energ. [kWh]	Cijena [kn]:
Dizalica geoTHERM VWS 141/2	8582,688	1406,998	990,808
Pogonski troškovi, zima:	Dobivena energ. [kWh]	Utrošena energ. [kWh]	Cijena [kn]:
Dizalica geoTHERM VWS 141/2	10516,780	2696,610	1898,953
Priprema PTV-a	604,378	312,609	220,139
Suma investicijskih troškova			111363,200
Suma pogonskih troškova			3109,900
Ukupna suma troškova			114473,100

Utrošena energija na pogonske troškove je izračunata preko faktora iskoristivosti⁵¹ dobivenih od proizvođača opreme. Prosječna iskoristivost kotla bez dogrijavanja je pretpostavljena na okvirnu vrijednost od 0,95, dok je iskoristivost kotla sa dogrijavanjem PTV-a pretpostavljena na vrijednost 0,85. Predviđeno je iskopavanje dviju rupa od 80 metara za postavljanje geotermalnih sonde dizalice topline. Cijena iskopa pretpostavljena je na vrijednost od 350 kn/m. Cijena električne energije je uzeta za prvu tarifu⁵². Cijena energije dobivene od strane kotla je uzeta po dijagramu prodavača plina PROplin d.o.o., a iznosi 0,469 kune po kWh dobivene toplinske energije.

⁵¹ Detaljnije podatke o faktorima iskoristivosti nalazimo u poglavljima o odabiru opreme

⁵² Cijena jednog kilovatsata u prvoj tarifi je 0,7042 kn

Sa izračunatim podacima iz tablica 20. i 21. moguće je dobiti dijagram u kojem je analiziran tijek povrata investicije uložene u dizalicu topline, kroz period od 20 godina. Jasno je da su troškovi instalacije dizalice topline veći od troškova kondenzacijskog kotla, pa sljedeći dijagram prikazuje vrijeme izjednačavanja troškova za dva zadana sustava.



Dijagram 9. Ekonomska analiza sustava

Iz ekonomske analize je vidljivo da su se ukupni troškovi nakon eksploatacije sustava u trajanju od sedam godina praktički izjednačili⁵³. Za odabrani objekt, isplativije je instalirati dizalicu topline, ako se zgrada planira koristiti u periodu dužem od sedam godina. Zanimljivo je da nakon samo dvadeset godina upotrebe sustava, dizalica topline ostvaruje uštedu od 117 083,9 kune u odnosu na izvedbu sa kondenzacijskim kotlom, dok je početna investicija za dizalicu topline veća za 52 680,074 kn.

⁵³ U ekonomsku analizu nije uračunata inflacija novca i eventualna promjena cijene energenata

7. Zaključak

U okviru ovog rada prikazani su rezultati projektnih gubitaka i toplinskog opterećenja, potrebe za energijom tokom godine i ekonomske analize dvaju sustava, pa se nameću sljedeći zaključci:

Za izvedbu podnog i zidnog grijanja zadane su temperature polaza i povrata vode od 40/30°C, dok za hlađenje temperature vode iznose 16/19°C. Budući da je objekt smješten na otoku Braču, koji ima blagu mediteransku klimu, projektno toplinsko opterećenje i godišnja potrebna energija za hlađenje su veći od projektnih toplinskih gubitaka i godišnjom potrebnom energijom za grijanje. Polazna temperatura grijanja od 40°C je nepotrebno visoka. Preporučuje se snižavanje polazne temperature grijanja sa 40°C na 35°C, jer se sustav ionako koristi za hlađenje tokom ljetnog perioda, kada su razlike temperatura rashladne vode i zraka puno manje.

Prilikom odabira željenog izvora topline potrebno je uzeti u obzir ekonomsku analizu dvaju sustava, ali i eventualne državne poticaje za korištenje obnovljivih izvora energije, jer predviđena dizalica topline spada u obnovljive izvore energije. Ekonomska analiza prikazuje godišnju uštedu energije korištenjem dizalice topline u usporedbi korištenja kondenzacijskog kotla kao izvora topline, kroz vremenski period od dvadeset godina. Potrebno je naglasiti kako bi sustav sa dizalicom topline pružao uštedu tokom cijelog životnog vijeka objekta. Snižavanje pogonskih troškova, ekološki čimbenici i nastojanje da se iskoristi dostupna toplina iz prirode utječu na odabir dizalice topline kao izvora topline. Prednost dizalice topline je i uniformnija temperaturna raspodjela unutar prostorija tokom perioda hlađenja. Problem u odabiru dizalice topline predstavlja početna razlika u investiciji, koja je otprilike dvostruko veća nego kod kondenzacijskog kotla. Ekonomskom analizom je utvrđeno da se nakon sedam godina ukupni troškovi obadva sustava izjednačuju, pa je u slučaju korištenja sustava nakon spomenutog vremena dizalica topline prikladniji odabir. Na investitoru je da odluči koji sustav odabrati, ali mišljenja sam da je kvalitetniji izbor opcija sa dizalicom topline, zbog očito jeftinije eksploatacije i veće uštede energije.

Literatura

- [1] I. Balen, Podloge sa predavanja, „Grijanje“, Zagreb, 2007.
- [2] I. Balen, Podloge sa predavanja, „Klimatizacija“, Zagreb, 2008.
- [3] Reknagel-Šprenger-Šramek-Čeperković, „Grejanje i klimatizacija“, Vrnjačka Banja, 2004.
- [4] <http://lux.londonmet.ac.uk/packages/clear/thermal/people/requirements/analytical/pmv.html>
- [5] http://www.rex-rental.jp/tik/img/kan2701_03.gif
- [6] <http://meteo.hr/>
- [7] A. Galović, „Termodinamika II“, Zagreb, 2003.
- [8] <http://www.hzn.hr/HZN>
- [9] D. Dović, Podloge sa predavanja „Obnovljivi izvori energije“, Solarna energija, Zagreb, 2007.
- [10] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Bra%C4%8D>
- [11] T. Ćurko, „Osnove tehnike hlađenja“, Zagreb, 2001.
- [12] T. Ćurko, V. Soldo, M. Grozdek, „Projektiranje rashladnik sustava“, Zagreb, 2004.
- [13] <http://narodne-novine.nn.hr/>
- [14] <file:///D:/faks/integraCAD/integra/Help/Help.htm>
- [15] Duffie, Beckman, „Solar engineering of thermal processes“, London, 2006.
- [16] http://www.atb-potsdam.de/Hauptseite-englisch/institute/departments/Abt3/Forschung_e/Trocknungstechnik/Neuigkeiten_e.htm
- [17] <http://www.klimacentar.com>
- [18] <http://www.proplin.hr>
- [19] <http://www.rehau.hr/>
- [20] <http://www.vaillant.hr/>

Prilozi

Prilog [1] Detaljna tablica koeficijenata prolaza topline

Koeficijenti prolaza topline					
Oznaka	Vrsta	Ra (m2K/W)		Ri (m2K/W)	k (W/m2K)
Vanjskizid	Vanjski zid	0,04		0,13	0,470
Materijal sloja	d (m)	Ro (kg/m3)	D*Ro (kg/m2)	L (W/mK)	R (m2K/W)
Gipsana i vapneno-gipsana žbuka	0,020	1500,00	30,00	0,70	0,029
Klinker-opeka sa šupljinom	0,300	1700,00	510,00	0,79	0,380
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,050	8,00	0,40	0,04	1,250
Gipsana žbuka na rabić mreži	0,020	1200,00	24,00	0,58	0,034
Toplinsko-izolacijska žbuka	0,050	600,00	30,00	0,19	0,263
Oznaka	Vrsta	Ra (m2K/W)		Ri (m2K/W)	k (W/m2K)
BalkonskaVrata	Poznati koeficijent	0,00		0,00	1,800
Oznaka	Vrsta	Ra (m2K/W)		Ri (m2K/W)	k (W/m2K)
BalkonskaMala	Poznati koeficijent	0,00		0,00	2,000
Oznaka	Vrsta	Ra (m2K/W)		Ri (m2K/W)	k (W/m2K)
Vrataulazna	Poznati koeficijent	0,00		0,00	1,500
Oznaka	Vrsta	Ra (m2K/W)		Ri (m2K/W)	k (W/m2K)
Tankizid	Unutarnji zid	0,13		0,13	2,331
Materijal sloja	d (m)	Ro (kg/m3)	D*Ro (kg/m2)	L (W/mK)	R (m2K/W)
Laka gipsana žbuka	0,010	1000,00	10,00	0,47	0,021
Klinker-opeka sa šupljinom	0,100	1700,00	170,00	0,79	0,127
Laka gipsana žbuka	0,010	1000,00	10,00	0,47	0,021

Oznaka	Vrsta	Ra (m ² K/W)		Ri (m ² K/W)	k (W/m ² K)
Medukatnizid	Unutarnji zid	0,13		0,13	0,634
Materijal sloja	d (m)	Ro (kg/m ³)	D*Ro (kg/m ²)	L (W/mK)	R (m ² K/W)
Parket	0,030	700,00	21,00	0,21	0,143
Cementni estrih	0,030	2200,00	66,00	1,40	0,021
Polietilenske folije	0,010	1000,00	10,00	0,19	0,053
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,010	15,00	0,15	0,04	0,250
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,010	15,00	0,15	0,04	0,250
AB ploča - neprešana (azbestno-cementna ploča)	0,200	1800,00	360,00	0,35	0,571
Gipsana i vapneno-gipsana žbuka	0,020	1500,00	30,00	0,70	0,029

Oznaka	Vrsta	Ra (m ² K/W)		Ri (m ² K/W)	k (W/m ² K)
Medustanzid	Unutarnji zid	0,13		0,13	0,691
Materijal sloja	d (m)	Ro (kg/m ³)	D*Ro (kg/m ²)	L (W/mK)	R (m ² K/W)
Ploče gustih vapnen, dolomita i mramora	0,030	2750,00	82,50	2,33	0,013
Cementni estrih	0,030	2200,00	66,00	1,40	0,021
Polietilenske folije	0,010	1000,00	10,00	0,19	0,053
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,010	15,00	0,15	0,04	0,250
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,010	15,00	0,15	0,04	0,250
AB ploča - neprešana (azbestno-cementna ploča)	0,200	1800,00	360,00	0,35	0,571
Gipsana i vapneno-gipsana žbuka	0,020	1500,00	30,00	0,70	0,029

Oznaka	Vrsta	Ra (m ² K/W)		Ri (m ² K/W)	k (W/m ² K)
Zid stubiste-hodnik	Unutarnji zid	0,13		0,13	0,541
Materijal sloja	d (m)	Ro (kg/m ³)	D*Ro (kg/m ²)	L (W/mK)	R (m ² K/W)
Gipsana i vapneno-gipsana žbuka	0,020	1500,00	30,00	0,70	0,029
Klinker-opeka sa šupljinom	0,190	1700,00	323,00	0,79	0,241
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,050	8,00	0,40	0,04	1,250
Laka gipsana žbuka	0,020	1000,00	20,00	0,47	0,043
Tapeta - plastična	0,005	700,00	3,50	0,20	0,025

Oznaka	Vrsta	Ra (m ² K/W)		Ri (m ² K/W)	k (W/m ² K)
Medukatnidonjizid	Unutarnji zid	0,13		0,13	0,388
Materijal sloja	d (m)	Ro (kg/m ³)	D*Ro (kg/m ²)	L (W/mK)	R (m ² K/W)
Parket	0,030	700,00	21,00	0,21	0,143
Cementni estrih	0,030	2200,00	66,00	1,40	0,021
Polietilenske folije	0,010	1000,00	10,00	0,19	0,053
Polistriren izveden u posebnom kalupu	0,040	20,00	0,80	0,04	1,000
Polistirenske ploče (u blokovima)	0,020	15,00	0,30	0,04	0,500
AB ploča - neprešana (azbestno-cementna ploča)	0,200	1800,00	360,00	0,35	0,571
Gipsana i vapneno-gipsana žbuka	0,020	1500,00	30,00	0,70	0,029

Prilog [2] Gubitci topline za cijeli objekt

Toplinska bilanca									
K1	Prizemlje								
S1	Stan2								
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	
P1	Hodnik	15	- 118	- 170	52	0	0	- 118	
P2	Dnevni boravak	20	737	569	168	0	0	737	
P4	Kupaona	24	492	317	175	0	0	492	
P5	Spavaća soba	20	549	445	104	0	0	549	
P6	Soba za goste	20	300	206	94	0	0	300	
	Ukupno: Stan2		1960	1367	593	0	0	1960	
S2	Stan1								
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	
P7	Hodnik	15	- 118	- 170	52	0	0	- 118	
P8	Dnevni boravak	20	737	569	168	0	0	737	
P9	Kupaona	24	492	317	175	0	0	492	
P10	Spavaća soba	20	483	379	104	0	0	483	
P11	Soba za goste	20	300	206	94	0	0	300	
	Ukupno: Stan1		1894	1301	593	0	0	1894	
	Ukupno: Prizemlje		3854	2668	1186	0	0	3854	
K3	Kat 1								
S1	Stan4								
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	
P1	Hodnik	15	- 145	- 197	52	0	0	- 145	
P2	Dnevni boravak	20	627	459	168	0	0	627	
P4	Kupaona	24	449	274	175	0	0	449	
P5	Spavaća soba	20	478	374	104	0	0	478	
P6	Soba za goste	20	238	144	94	0	0	238	
	Ukupno: Stan4		1647	1054	593	0	0	1647	
S2	Stan3								
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	
P7	Hodnik	15	- 145	- 197	52	0	0	- 145	
P8	Dnevni boravak	20	625	457	168	0	0	625	
P9	Kupaona	24	449	274	175	0	0	449	
P10	Spavaća soba	20	478	374	104	0	0	478	
P11	Soba za goste	20	238	144	94	0	0	238	
	Ukupno: Stan3		1645	1052	593	0	0	1645	
	Ukupno: Kat 1		3292	2106	1186	0	0	3292	
K5	Kat 2								
S1	Stan6								

P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	
P1	Hodnik	15	- 115	- 167	52	0	0	- 115	
P2	Dnevni boravak	20	752	584	168	0	0	752	
P4	Kupaona	24	497	322	175	0	0	497	
P5	Spavaća soba	20	554	450	104	0	0	554	
P6	Soba za goste	20	307	213	94	0	0	307	
	Ukupno: Stan6		1995	1402	593	0	0	1995	
S2	Stan5								
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	
P7	Hodnik	15	- 115	- 167	52	0	0	- 115	
P8	Dnevni boravak	20	749	581	168	0	0	749	
P9	Kupaona	24	497	322	175	0	0	497	
P10	Spavaća soba	20	554	450	104	0	0	554	
P11	Soba za goste	20	307	213	94	0	0	307	
	Ukupno: Stan5		1992	1399	593	0	0	1992	
	Ukupno: Kat 2		3987	2801	1186	0	0	3987	
	Ukupno:		11133	7575	3558	0	0	11133	

Prilog [3] Toplinski dobitci objekta - rekapitulacija

Rekapitulacija za objekt				
	21. Lipanj	23. Srpanj	24. Kolovoz	22. Rujan
K1 Prizemlje \ S1 Stan2 \ P1 Hodnik	408	408	408	408
K1 Prizemlje \ S1 Stan2 \ P2 Dnevni boravak	953	938	847	742
K1 Prizemlje \ S1 Stan2 \ P4 Kupaona	81	83	80	73
K1 Prizemlje \ S1 Stan2 \ P5 Spavaća soba	71	81	65	41
K1 Prizemlje \ S1 Stan2 \ P6 Soba za goste	88	92	87	80
K1 Prizemlje \ S2 Stan1 \ P7 Hodnik	408	408	408	408
K1 Prizemlje \ S2 Stan1 \ P8 Dnevni boravak	723	742	732	663
K1 Prizemlje \ S2 Stan1 \ P9 Kupaona	279	287	296	263
K1 Prizemlje \ S2 Stan1 \ P10 Spavaća soba	889	901	890	786
K1 Prizemlje \ S2 Stan1 \ P11 Soba za goste	195	199	194	187
K3 Kat 1 \ S1 Stan4 \ P1 Hodnik	408	408	408	408
K3 Kat 1 \ S1 Stan4 \ P2 Dnevni boravak	911	896	805	700
K3 Kat 1 \ S1 Stan4 \ P4 Kupaona	276	278	275	268
K3 Kat 1 \ S1 Stan4 \ P5 Spavaća soba	129	139	123	99
K3 Kat 1 \ S1 Stan4 \ P6 Soba za goste	185	189	184	177
K3 Kat 1 \ S2 Stan3 \ P7 Hodnik	408	408	408	408
K3 Kat 1 \ S2 Stan3 \ P8 Dnevni boravak	708	727	717	648
K3 Kat 1 \ S2 Stan3 \ P9 Kupaona	274	282	291	258
K3 Kat 1 \ S2 Stan3 \ P10 Spavaća soba	862	874	863	759
K3 Kat 1 \ S2 Stan3 \ P11 Soba za goste	185	189	184	177
K5 Kat 2 \ S1 Stan6 \ P1 Hodnik	363	363	363	363
K5 Kat 2 \ S1 Stan6 \ P2 Dnevni boravak	911	896	805	700
K5 Kat 2 \ S1 Stan6 \ P4 Kupaona	276	278	275	268
K5 Kat 2 \ S1 Stan6 \ P5 Spavaća soba	129	139	123	99
K5 Kat 2 \ S1 Stan6 \ P6 Soba za goste	185	189	184	177
K5 Kat 2 \ S2 Stan5 \ P7 Hodnik	525	525	525	525
K5 Kat 2 \ S2 Stan5 \ P8 Dnevni boravak	708	727	717	648
K5 Kat 2 \ S2 Stan5 \ P9 Kupaona	274	282	291	258
K5 Kat 2 \ S2 Stan5 \ P10 Spavaća soba	862	874	863	759
K5 Kat 2 \ S2 Stan5 \ P11 Soba za goste	185	189	184	177
Sat	16	16	16	16
Ukupno (W)	12859	12991	12595	11527

Prilog [4] Detaljan prikaz toplinskih dobitaka

Toplinski dobici												
K1 Prizemlje \ S1 Stan2					P1 Hodnik							
Tip prostora	M - srednje				a (m)		5,91					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		16,08					
T	4,30				O (m2)		49,41					
					Ap (m)		5,91					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	7	64	68	70	74
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 281	- 242	- 185	- 121	- 48
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 274	- 178	- 117	- 51	26
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	75	77	79	81	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	36	127	225	327	418	482	497	466	386	283	176	95
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	111	204	304	408	418	482	497	466	386	283	176	95
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 497 u 19 sati.												
K1 Prizemlje \ S1 Stan2					P2 Dnevni boravak							
Tip prostora	M - srednje				a (m)		15,18					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		41,29					
T	4,30				O (m2)		118,38					
					Ap (m)		15,18					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	23	345	353	363	371
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 30	- 49	- 72	- 94	- 109	- 109	- 101	- 72	- 32	9	50	82
Zračenje (W)	0	0	0	0	39	147	207	176	106	75	79	83
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 30	- 49	- 72	- 94	- 70	38	106	127	419	437	492	536
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	381	386	391	394	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	107	118	124	123	118	114	106	90	65	46	23	6
Zračenje (W)	85	88	182	421	620	533	184	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	573	592	697	938	738	647	290	90	65	46	23	6

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 938 u 16 sati.

K1 Prizemlje \ S1 Stan2					P4 Kupaona							
Tip prostora	M - srednje				a (m)		1,80					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		2,50					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		12,24					
T	4,30				O (m2)		32,39					
					Ap (m)		4,50					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	100	82	61	40	20	4	- 12	- 23	- 28	- 30	- 24	- 11
Zračenje (W)	0	0	0	0	16	30	42	41	31	24	23	21
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	100	82	61	40	36	34	30	18	3	- 6	- 1	10
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	7	26	49	71	92	112	130	142	146	144	134	121

Zračenje (W)	20	18	15	12	9	6	2	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	27	44	64	83	101	118	132	142	146	144	134	121
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 146 u 21 sati.												
K1 Prizemlje \ S1 Stan2				P5 Spavaća soba								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		2,60					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		3,60					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		25,46					
T	4,30				O (m2)		52,45					
					Ap (m)		9,36					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	29	- 8	- 47	- 81	- 116	- 136	- 152	- 156	- 152	- 143	- 126	- 98
Zračenje (W)	0	0	0	0	43	105	209	294	385	321	259	165
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	29	- 8	- 47	- 81	- 73	- 31	57	138	233	178	133	67
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 69	- 37	- 4	37	81	128	169	187	182	149	120	80
Zračenje (W)	92	67	56	44	32	21	8	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	23	30	52	81	113	149	177	187	182	149	120	80
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 233 u 9 sati.												
K1 Prizemlje \ S1 Stan2				P6 Soba za goste								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		8,44					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		22,96					
T	4,30				O (m2)		68,23					
					Ap (m)		8,44					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	46	3	- 42	- 82	- 122	- 150	- 180	- 195	- 203	- 198	- 183	- 154
Zračenje (W)	0	0	0	0	33	133	185	144	67	29	27	26
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	46	3	- 42	- 82	- 89	- 17	5	- 51	- 136	- 169	- 156	- 128
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 111	- 53	13	77	137	185	215	225	213	178	143	96
Zračenje (W)	24	22	18	15	11	7	3	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 87	- 31	31	92	148	192	218	225	213	178	143	96
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 225 u 20 sati.												
K1 Prizemlje \ S2 Stan1				P7 Hodnik								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		5,91					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		16,08					
T	4,30				O (m2)		49,41					
					Ap (m)		5,91					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	7	64	68	70	74
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 281	- 242	- 185	- 121	- 48
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 274	- 178	- 117	- 51	26
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	75	77	79	81	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	36	127	225	327	418	482	497	466	386	283	176	95
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	111	204	304	408	418	482	497	466	386	283	176	95
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 497 u 19 sati.												
K1 Prizemlje \ S2 Stan1												
P8 Dnevni boravak												
Tip prostora	M - srednje				a (m)		15,18					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		41,29					
T	4,30				O (m2)		118,38					
					Ap (m)		15,18					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	23	345	353	363	371
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 30	- 45	- 64	- 84	- 101	- 105	- 102	- 90	- 79	- 67	- 52	- 33
Zračenje (W)	0	0	0	0	21	128	363	633	818	837	667	444
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 30	- 45	- 64	- 84	- 80	23	261	566	1084	1123	978	782
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	381	386	391	394	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 13	5	26	47	72	95	107	96	70	43	18	1
Zračenje (W)	320	338	349	301	206	97	24	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	688	729	766	742	278	192	131	96	70	43	18	1
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 1123 u 10 sati.												
K1 Prizemlje \ S2 Stan1												
P9 Kupaona												
Tip prostora	M - srednje				a (m)		1,80					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		2,50					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		12,24					
T	4,30				O (m2)		32,39					
					Ap (m)		4,50					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	- 40	- 83	- 118	- 157	- 173	- 187	- 175	- 149	- 117	- 85	- 52
Zračenje (W)	0	0	0	0	2	4	6	8	10	13	23	69
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	0	- 40	- 83	- 118	- 155	- 169	- 181	- 167	- 139	- 104	- 62	17
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 21	10	42	79	121	165	201	214	202	155	109	56
Zračenje (W)	143	209	235	208	141	61	13	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	122	219	277	287	262	226	214	214	202	155	109	56
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 287 u 16 sati.												
K1 Prizemlje \ S2 Stan1												
P10 Spavaća soba												
Tip prostora	M - srednje					a (m)		2,60				
Orijentacija	nor. - normalno					b (m)		3,60				
Tip zračenja	ukupno					c (m)		2,72				
Datum	23. Srpanj					V (m3)		25,46				
T	4,30					O (m2)		52,45				
						Ap (m)		9,36				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 74	- 110	- 150	- 184	- 217	- 216	- 211	- 160	- 75	27	134	228
Zračenje (W)	0	0	0	0	6	12	20	27	35	43	68	171
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 74	- 110	- 150	- 184	- 211	- 204	- 191	- 133	- 40	70	202	399
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	293	326	327	311	283	254	220	176	131	81	30	- 17
Zračenje (W)	334	481	569	590	510	307	87	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ukupno (W)	627	807	896	901	793	561	307	176	131	81	30	- 17
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 901 u 16 sati.												
K1 Prizemlje \ S2 Stan1				P11 Soba za goste								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		8,44					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		22,96					
T	4,30				O (m2)		68,23					
					Ap (m)		8,44					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 25	- 77	- 132	- 178	- 224	- 251	- 276	- 280	- 272	- 247	- 210	- 152
Zračenje (W)	0	0	0	0	33	133	185	144	67	29	27	26
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 25	- 77	- 132	- 178	- 191	- 118	- 91	- 136	- 205	- 218	- 183	- 126
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 80	6	95	184	266	327	358	346	295	211	127	54
Zračenje (W)	24	22	18	15	11	7	3	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 56	28	113	199	277	334	361	346	295	211	127	54
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 361 u 19 sati.												
K3 Kat 1 \ S1 Stan4				P1 Hodnik								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		5,91					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		16,08					
T	4,30				O (m2)		49,41					
					Ap (m)		5,91					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	7	64	68	70	74
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 281	- 242	- 185	- 121	- 48
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 274	- 178	- 117	- 51	26
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	75	77	79	81	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	36	127	225	327	418	482	497	466	386	283	176	95
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	111	204	304	408	418	482	497	466	386	283	176	95
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 497 u 19 sati.												
K3 Kat 1 \ S1 Stan4				P2 Dnevni boravak								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		15,18					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		41,29					
T	4,30				O (m2)		118,38					
					Ap (m)		15,18					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	23	345	353	363	371
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 31	- 49	- 67	- 86	- 101	- 100	- 92	- 66	- 29	6	39	64
Zračenje (W)	0	0	0	0	39	147	207	176	106	75	79	83
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 31	- 49	- 67	- 86	- 62	47	115	133	422	434	481	518
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	381	386	391	394	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	80	84	85	81	74	70	65	52	34	21	7	- 5
Zračenje (W)	85	88	182	421	620	533	184	0	0	0	0	0

Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	546	558	658	896	694	603	249	52	34	21	7	- 5
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 896 u 16 sati.												
K3 Kat 1 \ S1 Stan4				P4 Kupaona								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		1,80					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		2,50					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		12,24					
T	4,30				O (m2)		32,39					
					Ap (m)		4,50					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 8	- 49	- 91	- 128	- 163	- 182	- 196	- 181	- 145	- 90	- 23	51
Zračenje (W)	0	0	0	0	28	111	154	120	56	24	23	21
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 8	- 49	- 91	- 128	- 135	- 71	- 42	- 61	- 89	- 66	0	72
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	119	180	229	266	290	299	291	261	217	161	104	49
Zračenje (W)	20	18	15	12	9	6	2	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	139	198	244	278	299	305	293	261	217	161	104	49
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 305 u 18 sati.												
K3 Kat 1 \ S1 Stan4				P5 Spavaća soba								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		2,60					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		3,60					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		25,46					
T	4,30				O (m2)		52,45					
					Ap (m)		9,36					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 25	- 73	- 123	- 168	- 211	- 231	- 244	- 242	- 227	- 204	- 168	- 118
Zračenje (W)	0	0	0	0	67	283	455	468	385	321	259	165
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 25	- 73	- 123	- 168	- 144	52	211	226	158	117	91	47
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 68	- 17	33	95	164	235	291	300	268	193	121	55
Zračenje (W)	92	67	56	44	32	21	8	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	24	50	89	139	196	256	299	300	268	193	121	55
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 300 u 20 sati.												
K3 Kat 1 \ S1 Stan4												
P6 Soba za goste												
Tip prostora	M - srednje					a (m)		8,44				
Orijentacija	nor. - normalno					b (m)		1,00				
Tip zračenja	ukupno					c (m)		2,72				
Datum	23. Srpanj					V (m3)		22,96				
T	4,30					O (m2)		68,23				
						Ap (m)		8,44				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 33	- 84	- 138	- 184	- 229	- 256	- 279	- 285	- 276	- 252	- 214	- 157
Zračenje (W)	0	0	0	0	33	133	185	144	67	29	27	26
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 33	- 84	- 138	- 184	- 196	- 123	- 94	- 141	- 209	- 223	- 187	- 131
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 86	- 3	86	174	254	314	344	332	281	199	116	44
Zračenje (W)	24	22	18	15	11	7	3	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ukupno (W)	- 62	19	104	189	265	321	347	332	281	199	116	44
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 347 u 19 sati.												
K3 Kat 1 \ S2 Stan3				P7 Hodnik								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		5,91					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		16,08					
T	4,30				O (m2)		49,41					
				Ap (m)		5,91						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	7	64	68	70	74
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 281	- 242	- 185	- 121	- 48
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	14	- 54	- 121	- 184	- 245	- 269	- 295	- 274	- 178	- 117	- 51	26
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	75	77	79	81	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	36	127	225	327	418	482	497	466	386	283	176	95
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	111	204	304	408	418	482	497	466	386	283	176	95
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 497 u 19 sati.												
K3 Kat 1 \ S2 Stan3				P8 Dnevni boravak								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		15,18					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		41,29					
T	4,30				O (m2)		118,38					
				Ap (m)		15,18						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	23	345	353	363	371
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 45	- 63	- 80	- 101	- 117	- 121	- 118	- 105	- 93	- 82	- 67	- 47
Zračenje (W)	0	0	0	0	21	128	363	633	818	837	667	444
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 45	- 63	- 80	- 101	- 96	7	245	551	1070	1108	963	768
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	381	386	391	394	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 27	- 9	11	32	57	79	91	81	55	27	0	- 16
Zračenje (W)	320	338	349	301	206	97	24	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	674	715	751	727	263	176	115	81	55	27	0	- 16
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 1108 u 10 sati.												
K3 Kat 1 \ S2 Stan3				P9 Kupaona								
Tip prostora	M - srednje					a (m)		1,80				
Orijentacija	nor. - normalno					b (m)		2,50				
Tip zračenja	ukupno					c (m)		2,72				
Datum	23. Srpanj					V (m3)		12,24				
T	4,30					O (m2)		32,39				
						Ap (m)		4,50				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 4	- 44	- 85	- 121	- 159	- 174	- 187	- 176	- 152	- 119	- 88	- 54
Zračenje (W)	0	0	0	0	2	4	6	8	10	13	23	69
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 4	- 44	- 85	- 121	- 157	- 170	- 181	- 168	- 142	- 106	- 65	15
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 25	5	37	74	115	158	193	206	194	148	102	51
Zračenje (W)	143	209	235	208	141	61	13	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	118	214	272	282	256	219	206	206	194	148	102	51

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 282 u 16 sati.

K3 Kat 1 \ S2 Stan3**P10 Spavaća soba**

Tip prostora	M - srednje				a (m)		2,60					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		3,60					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		25,46					
T	4,30				O (m2)		52,45					
					Ap (m)		9,36					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 96	- 131	- 170	- 206	- 237	- 236	- 231	- 180	- 97	3	111	202
Zračenje (W)	0	0	0	0	6	12	20	27	35	43	68	171
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 96	- 131	- 170	- 206	- 231	- 224	- 211	- 153	- 62	46	179	373
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	267	300	300	284	256	226	192	149	105	57	5	- 40
Zračenje (W)	334	481	569	590	510	307	87	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	601	781	869	874	766	533	279	149	105	57	5	- 40

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 874 u 16 sati.

K3 Kat 1 \ S2 Stan3**P11 Soba za goste**

Tip prostora	M - srednje				a (m)		8,44					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		22,96					
T	4,30				O (m2)		68,23					
					Ap (m)		8,44					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Poglavlje: Prilozi

Ukupno (W)	249	288	326	363	304	316	301	253	181	88	- 1	- 73
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 363 u 16 sati.												
K5 Kat 2 \ S1 Stan6				P2 Dnevni boravak								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		15,18					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		41,29					
T	4,30				O (m2)		118,38					
					Ap (m)		15,18					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	23	345	353	363	371
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 31	- 49	- 67	- 86	- 101	- 100	- 92	- 66	- 29	6	39	64
Zračenje (W)	0	0	0	0	39	147	207	176	106	75	79	83
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 31	- 49	- 67	- 86	- 62	47	115	133	422	434	481	518
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	381	386	391	394	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	80	84	85	81	74	70	65	52	34	21	7	- 5
Zračenje (W)	85	88	182	421	620	533	184	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	546	558	658	896	694	603	249	52	34	21	7	- 5
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 896 u 16 sati.												
K5 Kat 2 \ S1 Stan6				P4 Kupaona								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		1,80					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		2,50					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		12,24					
T	4,30				O (m2)		32,39					
					Ap (m)		4,50					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 8	- 49	- 91	- 128	- 163	- 182	- 196	- 181	- 145	- 90	- 23	51
Zračenje (W)	0	0	0	0	28	111	154	120	56	24	23	21
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 8	- 49	- 91	- 128	- 135	- 71	- 42	- 61	- 89	- 66	0	72
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	119	180	229	266	290	299	291	261	217	161	104	49
Zračenje (W)	20	18	15	12	9	6	2	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	139	198	244	278	299	305	293	261	217	161	104	49
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 305 u 18 sati.												
K5 Kat 2 \ S1 Stan6				P5 Spavaća soba								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		2,60					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		3,60					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		25,46					
T	4,30				O (m2)		52,45					
					Ap (m)		9,36					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 25	- 73	- 123	- 168	- 211	- 231	- 244	- 242	- 227	- 204	- 168	- 118
Zračenje (W)	0	0	0	0	67	283	455	468	385	321	259	165
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 25	- 73	- 123	- 168	- 144	52	211	226	158	117	91	47
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 68	- 17	33	95	164	235	291	300	268	193	121	55
Zračenje (W)	92	67	56	44	32	21	8	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	24	50	89	139	196	256	299	300	268	193	121	55

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 300 u 20 sati.

K5 Kat 2 \ S1 Stan6**P6 Soba za goste**

Tip prostora	M - srednje				a (m)		8,44					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		22,96					
T	4,30				O (m2)		68,23					
					Ap (m)		8,44					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 33	- 84	- 138	- 184	- 229	- 256	- 279	- 285	- 276	- 252	- 214	- 157
Zračenje (W)	0	0	0	0	33	133	185	144	67	29	27	26
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 33	- 84	- 138	- 184	- 196	- 123	- 94	- 141	- 209	- 223	- 187	- 131
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 86	- 3	86	174	254	314	344	332	281	199	116	44
Zračenje (W)	24	22	18	15	11	7	3	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 62	19	104	189	265	321	347	332	281	199	116	44

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 347 u 19 sati.

K5 Kat 2 \ S2 Stan5**P7 Hodnik**

Tip prostora	M - srednje				a (m)		5,91					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		16,08					
T	4,30				O (m2)		49,41					
					Ap (m)		5,91					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	7	64	68	70	74
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Transmisija (W)	- 68	- 141	- 215	- 281	- 340	- 362	- 376	- 352	- 300	- 230	- 148	- 47
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 68	- 141	- 215	- 281	- 340	- 362	- 376	- 345	- 236	- 162	- 78	27
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	75	77	79	81	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	68	190	318	444	548	610	610	543	423	280	139	35
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	143	267	397	525	548	610	610	543	423	280	139	35
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 610 u 18 sati.												
K5 Kat 2 \ S2 Stan5					P8 Dnevni boravak							
Tip prostora	M - srednje					a (m)	15,18					
Orijentacija	nor. - normalno					b (m)	1,00					
Tip zračenja	ukupno					c (m)	2,72					
Datum	23. Srpanj					V (m3)	41,29					
T	4,30					O (m2)	118,38					
						Ap (m)	15,18					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	23	345	353	363	371
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 45	- 63	- 80	- 101	- 117	- 121	- 118	- 105	- 93	- 82	- 67	- 47
Zračenje (W)	0	0	0	0	21	128	363	633	818	837	667	444
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 45	- 63	- 80	- 101	- 96	7	245	551	1070	1108	963	768
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	381	386	391	394	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 27	- 9	11	32	57	79	91	81	55	27	0	- 16
Zračenje (W)	320	338	349	301	206	97	24	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	674	715	751	727	263	176	115	81	55	27	0	- 16
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 1108 u 10 sati.												

K5 Kat 2 \ S2 Stan5					P9 Kupaona							
Tip prostora	M - srednje				a (m)		1,80					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		2,50					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		12,24					
T	4,30				O (m2)		32,39					
					Ap (m)		4,50					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 4	- 44	- 85	- 121	- 159	- 174	- 187	- 176	- 152	- 119	- 88	- 54
Zračenje (W)	0	0	0	0	2	4	6	8	10	13	23	69
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 4	- 44	- 85	- 121	- 157	- 170	- 181	- 168	- 142	- 106	- 65	15
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 25	5	37	74	115	158	193	206	194	148	102	51
Zračenje (W)	143	209	235	208	141	61	13	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	118	214	272	282	256	219	206	206	194	148	102	51
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 282 u 16 sati.												
K5 Kat 2 \ S2 Stan5					P10 Spavaća soba							
Tip prostora	M - srednje				a (m)		2,60					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		3,60					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		25,46					
T	4,30				O (m2)		52,45					
					Ap (m)		9,36					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 96	- 131	- 170	- 206	- 237	- 236	- 231	- 180	- 97	3	111	202

Zračenje (W)	0	0	0	0	6	12	20	27	35	43	68	171
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 96	- 131	- 170	- 206	- 231	- 224	- 211	- 153	- 62	46	179	373
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	267	300	300	284	256	226	192	149	105	57	5	- 40
Zračenje (W)	334	481	569	590	510	307	87	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	601	781	869	874	766	533	279	149	105	57	5	- 40
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 874 u 16 sati.												
K5 Kat 2 \ S2 Stan5				P11 Soba za goste								
Tip prostora	M - srednje				a (m)		8,44					
Orijentacija	nor. - normalno				b (m)		1,00					
Tip zračenja	ukupno				c (m)		2,72					
Datum	23. Srpanj				V (m3)		22,96					
T	4,30				O (m2)		68,23					
					Ap (m)		8,44					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,30	17,60	16,90	16,30	16,20	17,50	20,10	22,80	25,60	27,70	29,20	30,60
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 33	- 84	- 138	- 184	- 229	- 256	- 279	- 285	- 276	- 252	- 214	- 157
Zračenje (W)	0	0	0	0	33	133	185	144	67	29	27	26
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 33	- 84	- 138	- 184	- 196	- 123	- 94	- 141	- 209	- 223	- 187	- 131
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	31,60	32,40	32,90	33,00	32,40	31,50	30,00	27,50	24,90	23,20	22,00	20,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 86	- 3	86	174	254	314	344	332	281	199	116	44
Zračenje (W)	24	22	18	15	11	7	3	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 62	19	104	189	265	321	347	332	281	199	116	44
Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 347 u 19 sati.												